Aus dem Institut für Hufkunde der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.
Direktor: Professor Dr. Lungwitz.

Über die Beziehungen der Qualität des Wandhornes der Pferdehufe zur histologischen Einrichtung desselben.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde der durch die ordentlichen Professoren der Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten medizinischen Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

Ludwig Tscherne
Tierarzt aus Chemnitz in Sachsen.

Mit 9 Abbildungen.

Dresden 1910.
Buchdruckerei F. A. Wolf.

Aus dem Institut für Hufkunde der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.
Direktor: Professor Dr. Lungwitz.

Über die Beziehungen der Qualität des Wandhornes der Pferdehufe zur histologischen Einrichtung desselben.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde der durch die ordentlichen Professoren der Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten medizinischen Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

Ludwig Tscherne
Tierarzt aus Chemnitz in Sachsen.

ACAD. LVGD. BAT. BIBL.

Mit 9 Abbildungen.

Dresden 1910.
Buchdruckerei F. A. Wolf.

Gedruckt mit Genehmigung der durch die ordentlichen Professoren der Tierärztlichen Hochschule in Dresden verstärkten medizinischen Fakultät zu Leipzig. — Mai 1910.

Referent: Herr **Professor Dr. Lungwitz.**

Meinen Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 5

Literatur 7

Eigene Untersuchungen 15

Untersuchungsmaterial und -technik 15

1. Welche Unterschiede zeigen die Hornröhrchen der Wand des gesunden Hufes in den verschiedenen Gegenden in bezug auf Stärke, Form und Anordnung? 18

2. Nimmt die Stärke der Hornwand ballenwärts ab auf Kosten des Bindehornes oder bleibt das Verhältnis von Röhrchen- und Bindehorn nach den Ballen zu dasselbe? 32

   a) Untersuchungen über die Stärke der Hornwand 32

   b) Untersuchungen über die Anzahl der Hornröhrchen und der Menge des Zwischenhornes an den verschiedenen Wandregionen 32

3. Sind Unterschiede bezüglich der unter 1 und 2 behandelten Fragen zwischen den Hufen mit guter und denjenigen mit schlechter Hornqualität vorhanden? 42

4. Schlußfolgerungen 46

Literaturverzeichnis 49

Erklärung der Abbildungen 50

Abbildungen, Tafel I bis V 51

Einleitung.

Die Qualität des Hufhornes ist nicht bei allen Pferden die gleiche. Im Allgemeinen rühmt man den edleren Pferden ein besseres Horn nach, als denjenigen gemeinen Schlages. Es ist bekannt, daß nicht nur einzelnen Pferden, sondern ganzen Pferderassen Hufe mit mangelhafter Hornqualität eigen sind.

Für die Gebrauchsfähigkeit des Tieres ist die Beschaffenheit seines Hufhornes nicht ohne Einfluß. Schon manches elegante und schön gebaute Pferd hat nicht in dem gewünschten Maße Verwendung finden können, weil sich nach dem Ankaufe herausstellte, daß seine Hufe über schlechtes Horn verfügen. Die Nachteile des letzteren äußern sich besonders in der Hornwand, die bekanntlich zur Hauptsache als der Träger der Körperlast aufzufassen ist, und in welche die Nägel eingeschlagen werden, die den für das Laufen der Tiere auf harten Kunststraßen unentbehrlichen Hufschutz, das Hufeisen, festhalten.

Es ist leicht einzusehen, daß an Hufen mit guter Hornqualität die Hufnägel ihren Zweck, die Eisen festzuhalten, besser erfüllen können als an solchen mit mangelhaftem Horn. Im letzteren Falle werden die Eisen leicht locker; lockere Eisen aber verschlechtern immer die Hufe im Allgemeinen und die Hornwände im Besonderen. Hieraus wird ohne Weiteres ersichtlich, daß die Qualität des Hufhornes von erheblicher Bedeutung für das Pferd ist.

Wenn es nun auch Tatsache ist, daß durch äußere Einflüsse, durch Feuchtigkeit sowohl, wie auch durch Austrocknung, das Hufhorn nachträgliche Veränderung erfahren kann, so steht doch wohl andererseits fest, daß die Qualität des Hornes bei den verschiedenen Pferden bereits von Geburt aus eine recht verschiedene sein kann, also die Vererbung einen großen Einfluß auf sie ausübt. Jene obengenannten äußeren Einwirkungen werden sich selbstverständlich bei Hufen mit angeborener schlechter Hornqualität schneller und nachteiliger bemerkbar machen, je mangelhafter deren Horn von Natur aus beschaffen ist.

Es fragt sich nun: Ist bei Hufen mit verschiedener Hornqualität der anatomische Bau bzw. die histologische Beschaffenheit des Hornes dieselbe? oder lassen sich — was eher vermutet werden kann — Unterschiede hinsichtlich der histologischen Einrichtung bei Hufen verschiedener Qualität des Hornes feststellen?

Da die Hauptmasse des Wandhornes von der Fleischkrone bez. Kronlederhaut erzeugt, also von der mittleren oder sogenannten Schutzschicht gebildet wird und diese sich aus Hornröhrchen und Bindehorn zusammensetzt, so müssen sich notwendigerweise, wenn Unterschiede im Horn von Hufen verschiedener Hornqualität vorhanden sind, diese Unterschiede auf die Hornröhrchen und das Bindehorn erstrecken.

Es war daher der Frage nachzugehen: Welche Unterschiede in beiden Bestandteilen sind wahrzunehmen in dem Wandhorn von edlen und gemeinen Pferden, von guten und spröden bzw. mürben Hufen? Erstrecken sich diese Unterschiede auf die Menge der Hornröhrchen gegenüber der Menge des Zwischenhornes oder auf die Stärke der ersteren? Im Zusammenhange damit stehen weitere Fragen, z. B.: Wie verhält es sich mit der Menge der Hornröhrchen und des Zwischenhornes bei schwacher und starker Hornwand? Wie bei großen und kleinen Hufen? Hängt der Dickenunterschied in der Hornwand mehr von den Hornröhrchen oder mehr von dem Zwischenhorn ab? Läßt sich die Regel aufstellen, daß kleine Hufe oder schwache Wände dünne Hornröhrchen haben? Bestehen Unterschiede bei den starken Röhrchen einerseits und bei den schwachen Hornröhrchen andererseits in der Beschaffenheit ihres äußeren und inneren Teiles? u. a. m.

Herr Prof. Dr. Lungwitz machte mich mit diesen Fragen bekannt, und auf seine Anregung und unter seiner Leitung unternahm ich es, Untersuchungen hierüber anzustellen.

Literatur.

Die ersten eingehenden Untersuchungen über die **Struktur des Hufhornes** scheint Kersting ([15]) im Jahre 1777 angestellt zu haben. Der Originalität wegen mag seine Auffassung über den Bau bzw. die einzelnen Bestandteile der Hornkapsel etwas ausführlich angeführt werden. Er sagt:

„Das Horn, welches die äußere, harte, unempfindliche Bedeckung des Fußes ist, besteht aus theils langen, theils kurzen hohlen Röhrchen, die unter einander auf das Genaueste zusammenhängen und in Gestalt auf einander liegender Blättchen, den hornichten Theil des Fußes bilden. Um des Nuzens willen, der daraus entspringen kann, werde ich diese Röhrchen zuerst einfach und nachher in ihrer Verbindung betrachten. Die Zergliederung giebt sehr wahrscheinlich Gründe an die Hand, zu glauben, daß ein jedes hornichtes Röhrchen bloß eine Fortsezung eines Gefäßchens sey, dessen lockere Theile sich näher zu einander gezogen haben, und dichter und unempfindlicher geworden sind. Es ist durchgehends hohl und anfangs so weit, daß bey gewissen Umständen noch rothe Blutkügelchen hineindringen können; wird aber bald so enge, daß nicht mehr Blut, sondern nur eine sehr dünne Flüssigkeit hindurchdringen kann und je weiter dasselbe sich von seinem Anfange entfernt, desto enger wird auch seine Oeffnung; ja endlich schließt sie sich dergestalt zu, daß kein Nahrungssaft mehr hindurchdringen kann und nun wird das Röhrchen brüchigt und seine Bestandteile fallen leicht auseinander. Die hornichten Röhrchen sind in Ansehung ihrer Farbe, Dicke und Festigkeit sehr verschieden; die schwarzen sind die dicksten. Sie haben weite Löcher und sind desshalb auch am stärksten. Auf diese folgen die aschgrauen, welche in allem geringer sind. Die weissen sind unter diesen dreyen die schlechtesten; denn sie sind zart und ihre Löcher enge, sodaß nur wenige Säfte das Röhrchen biegsam zu erhalten, hindurch dringen können,

mithin sind sie auch von weit geringerer Haltbarkeit. Dieser Unterschied zwischen den ersteren und lezteren ist so merklich, daß er auch durch ein geringes Vergröserungsglas bemerket werden kann. Außerdem sind auch die an einem Fuß befindlichen hornichten Röhrchen von grosser Verschiedenheit, worunter die an der Wand befindlichen die längsten und zugleich die dichtesten, hingegen die an der Hornsohle kürzer und weicher sind. Noch lockerer sind die am Strahl; aber am Rande der Hornsohle, da wo sich die leztere mit der herabgestiegenen Wand vermittelst eines weißen Streifen verbindet, und in den Ecken, wo die Steingallen, wenn dergleichen gegenwärtig sind, zu seyn pflegen, sind die Röhrchen am weichsten und haben die weitsten Löcher."

Kersting gibt weiter an, daß die „hornichten Röhrchen in zwoen Gegenden des Fußes ihren Anfang nehmen", einmal da, „wo die Haare sich endigen, aus der Haut in einem fingersbreiten, um den ganzen Fuß herumlaufenden Streifen", andererseits „kommen viele Röhrchen da hervor, wo die Haut jener Gegend, wie vorne am Bein, dicke ist. Sobald nun an diesem Orte die Röhrchen aus der Haut gebildet sind, so verbinden sie sich gleich zu lauter dünnen hornichten Platten, welche hinten von dem Ballen her gegen die Zehe vorn zu schichtweise übereinander liegen."

Schwab ([25]) spricht von Hornfasern, die „harte, zähe, federkräftige, den Haaren ähnliche Fäden sind, welche aus dem Ende der Haut und aus der Fleischkrone fast ebenso hervorwachsen, als wie die Haare aus der Haut. Bey ihrem Anfange sind sie hohl, damit sie feine Gefäße aufnehmen können."

Auch gibt er an, daß durch Wasser der „leimartige Saft" zur Verbindung der einzelnen Hornröhrchen aufgelöst wird und daß bei Pferden, „welche auf harten Wegen und im Kote barfuß gehen müssen, sich die Fasern der Sohlenwand von der Wand trennen, so daß diese ganz wie eine rauhig harte Bürste aussieht."

Nach Leisering ([18]) besteht sämtliches Hufhorn mit Ausnahme der Hornblättchen, aus einer unzähligen Menge parallel nebeneinander liegender, schräg von oben und hinten nach unten und vorn gehender Hornröhrchen, welche von einer zwischen diesen liegenden Hornmasse, dem Zwischenhorn, fest zusammengehalten zu einem Ganzen verbunden werden.

Er hat festgestellt, daß Röhrchenzellen und Bindezellen sich in ihrer Anlagerung mehr oder weniger kreuzen, d. h. daß die Röhrchenzellen mit ihrem Längsdurchmesser mehr in der Längsrichtung der Röhrchen lagern. Die Zwischenhornzellen mit ihrem Längsdurchmesser dagegen mehr in der Quere liegen.

Auch werden nach ihm die Höhlen der Hornröhrchen mehr oder weniger ausgefüllt durch nicht verhornte, locker an einanderliegende Zellen und deren Zerfallmassen; zuweilen findet sich auch Blut oder dessen Reste. Leisering hat ebenfalls den Unterschied in der Stärke der Hornröhrchen des inneren weißgefärbten und des äußeren meist dunkelgefärbten Teiles der Schutzschicht erkannt, denn bei der Beschreibung der Kronenrinne weist er darauf hin, daß die im unteren Drittel befindlichen Löcher größer sind und nicht so dicht beisammenstehen, als die im äußeren Teile befindlichen. In unmittelbarer Nähe der Blättchenschicht stehen nach ihm wiederum 1 bis 2 Reihen Löcher von geringerer Größe. Diese sowie die größeren Löcher entsprechen der dünnen weißen Hornmasse der Schutzschicht. Seine Angaben weichen demnach von denen Kerstings, der die schwarzen Röhrchen als die dicksten beschreibt, ab.

Gurlt ([12]) läßt die Hornröhrchen durch ein formloses, aber mit punktförmigen Körperchen versehenes Horngewebe voneinander getrennt sein. Die Röhrchen bestehen nach ihm aus vielen konzentrischen, etwas wellenförmig gebogenen Ringen und sind bis zum untersten Ende hohl.

Nach Bouley ([4]) haben die Hornröhrchen in ihrer ganzen Länge eine genau zylindrische Form; doch ist ihr Durchmesser nicht immer derselbe; er wird bald größer, bald kleiner. Ihr ganzer Verlauf ist parallel.

Brauell ([5]) fand angrenzend an die Hornlamellen „eine gleichmäßig weißgelbe Schicht, weiter nach außen folgt die schwarze Schicht, welche i. d. R. nach außen hin intensiver gefärbt ist. Die Härte der Wand überhaupt ist größer in der schwarzen Schicht.“ Bei mikroskopischer Untersuchung der Wand fand er, daß in der innersten Partie der weißen Schicht sich „die Lumina der Hornröhrchen wie Löcher ausnehmen, welche durch eine gleichmäßig weißgelbe Substanz gebohrt sind; weiter nach außen, wo die Interstitialsubstanz eine bläulich weiße Farbe darbietet, sind die Lumina der Hornröhrchen noch von saturiert gelbweißen Ringen umgeben und diese Ringe erhalten sich, indem sie allmählich

schmäler werden, bis zur schwarzen Schicht, in welcher sie samt aller Spur von weißer Färbung verschwinden."

Chauveau (6) ist der erste, welcher, soweit ich finden konnte, genaue Maße für die Hornröhrchen angibt. Nach ihm variieren die Durchmesser der „Horntuben" bedeutend. Er fand sie 0,02 bis 0,4 mm stark. Die kleinsten sind diejenigen der Deckschicht. Das Innere der Horntuben ist nach ihm niemals von einer besonderen Membran ausgekleidet, wie auf transversalen Schnitten unter dem Mikroskope betrachtet, es den Anschein haben könnte. Sie sind vielmehr von einer weißen Substanz derart ausgefüllt, daß dieselbe von leeren Stellen unterbrochen wird und hier und da auch leere Räume zwischen ihr und der Röhrchenwandung vorkommen. In dem weißen Teile der Schutzschicht soll die im Inneren der Röhrchen gelegene Hornmasse zuweilen auch nach außen die Röhrchenwandung durchbrechen und sich dem Zwischenröhrchenhorn beimischen. Die Tuben sind nicht einfach in die Hornsubstanz eingefügt; sie haben vielmehr Wände von sehr großer Dicke, die von konzentrischen Schnitten gebildet werden. Die Hornsubstanz, die sie vereinigt (man kann sie „intertubulaire Substanz" nennen), zeigt keine auffallende schichtenweise Anordnung.

Während man im allgemeinen drei Schichten an der Hornwand unterscheidet, nämlich die Deck-, Schutz- und Blättchenschicht, fühlt sich Nörner (20) veranlaßt, zwei Schichten voneinander abzutrennen und zwar:

1. eine aus Saumband und Hornröhrchen bestehende Schicht und
2. die Röhrchenblättchenschicht.

Zur Hornröhrchenschicht rechnet er also die Deckschicht und äußere größere Menge der Schutzschicht. Die zweite Schicht setzt sich zusammen aus der inneren Hornröhrchenmasse der Schutzschicht — er nennt diese den „Uebergangstheil" — und Blättchenschicht.

Es zerfallen sonach seine beiden Hornwandschichten in vier Unterabteilungen. Bemerkenswert ist nach ihm die geringe Mächtigkeit des sogen. Uebergangsteiles vorn am Hufe, während nach hinten (den Trachtenwänden) zu, betr. Abschnitt an Ausdehnung gewinnen soll. Ferner soll das Horn der primären Hornblättchen direkt in das angrenzende Schutzschichthorn übergehen, in welchem die den Blättchen zunächst gelegenen Hornröhrchen in schrägen, dichten Reihen stehen. Die innersten,

rundlichen Röhrchen liegen beieinander, nach außen wird der Zwischenraum zwischen ihnen geringgradig weiter. Sie zeigen auf Querschnitten eine elliptische Form.

Ueber die nähere Beschaffenheit des Hornes in obenerwähnten beiden Schichten hat N. nach Färbung mit Safranin und Indigo folgendes beobachtet:

„Ganz nach außen am Rande der Hornwand sehen wir eine Reihe von auffallenden kleinen, länglichen Hornröhrchen. In der Mitte eines jeden Hornröhrchens findet sich ein runder Raum, der mit zelligem Inhalt erfüllt, gegen die Umgebung deutlich abgegrenzt erscheint. Um diesen sind einige wenige Zellreihen, die Röhrchenwandzellen (Kundsin l. c. p. 45) in zwischenschalenförmiger Anordnung gelagert.

Auf diese folgt die mächtige Hornröhrchenschicht, das von der Fleischkrone gelieferte Horn. Die Hornröhrchen derselben sind unregelmäßig angeordnet und in der Größe sehr wechselnd. Große und kleine Hornröhrchen liegen bunt durcheinander. Sie liegen jedoch stets isoliert und sind durch eine strukturlose Hornmasse, dem Zwischenhorn, voneinander getrennt.“ Die Röhrchenwandzellen sind in der „Röhrchenschicht“ frei von Pigment; dasselbe findet sich dagegen in großer Menge in dem Zwischenhorn, dessen „ehemaliger, zelliger Charakter verloren gegangen ist.“ „Die Hornröhrchen liegen verhältnismäßig dicht beieinander, die Zwischenhornschicht ist nicht allzu mächtig.“

Im Inneren, dem zweiten Teile der Hornwand, dem als „Uebergangsteil (der Hornblättchen in die Hornwand) der Röhrchenblattschicht“ bezeichneten Hornschicht ändert sich der Charakter des Gewebes vollständig.

„Die Röhrchenwandzellen nehmen mehr und mehr an Menge zu, indem sich die Zahl ihrer Zellreihen vergrößert. Die Zellen selbst werden dabei immer dunkler. Die Hornröhrchen erscheinen bei schwacher Vergrößerung wie mit einem dunklen von Pigment herrührenden Hof umsäumt. Die Querschnitte derselben sind größer geworden. Das Pigment findet sich nun hauptsächlich in den Röhrchenwandzellen abgelagert, während das Zwischenhorngewebe im Gegensatz zu der eben geschilderten Schicht der Hornwand fast frei davon ist. Außerdem sind jetzt meistens drei, jedoch auch zwei, selbst sechs Hornröhrchen von einer gemeinsamen Gruppe von Röhrchenwandzellen eingeschlossen, während die Hornröhrchen der ersten Schicht stets isoliert waren. Die

Form der Hornröhrchen mit ihren Wandzellen ist elliptisch, und zwar verläuft die große Achse derselben, wenn wir uns den Hornschuh als Kreis denken, in der Richtung der Tangente.

Die Fortpflanzung der Hornblättchen in den Uebergangsteil läßt sich noch lange aus dem streifigen Gefüge der Zwischenhornsubstanz ersehen. Den Verlauf zweier Hornblättchen kann man gleichfalls noch lange aus der schrägen Anordnung der Hornröhrchen wahrnehmen."

Die beiden Schichten entsprechen den beiden schon durch ihre Farbe verschiedenen Hornwandgegenden. Bei der Betrachtung des Huftragrandes und natürlich auch jedes durch die Hornwand gelegten Querschnittes grenzt sich die äußere dunkler gefärbte Hornmasse von der inneren weiß aussehenden mehr oder weniger deutlich ab. N. erinnert daran, daß die weiße innere Schutzschichtpartie die sogen. weiße Linie am Tragrande bildet und daß dieselbe im Hufbeschlage von hoher Bedeutung sei, als sie „von dem zum Festhalten der Hufeisen in die Wand eingetriebenen Nagel nicht berührt werden darf." Ich möchte mir erlauben, hier zu bemerken, daß im praktischen Hufbeschlag unter weißer Linie das von der Blättchenschicht gebildete und ebenfalls weiß aussehende Horn allgemein verstanden wird und daß der praktische Hufbeschlag ein Einschlagen der Nägel in diese weiße Linie fordert.

Nach Kundsin ([17]) wird die Zahl der zentralen Röhrchen mitunter eine sehr bedeutende; „ich habe in einem ovalen großen Röhrchen bis 18 kleine Röhrchen gezählt", sagte dieser Autor.

In den später erschienenen Lehrbüchern, die sich mit dem Hufe beschäftigen, schließen sich die Verfasser wie Pillwax ([22]), Zürn ([28]) u. a. bez. des Hufhornes im großen und ganzen den Ansichten Leiserings an.

Peuch und Lesbre ([21]) sind neben Chauveau die einzigen, welche bestimmte Stärkemaße für die Hornröhrchen aufstellen. Nach ihnen haben die „Horntuben" einen Durchmesser von 0,15 bis 0,50 mm; das Lumen derselben einen solchen von 0,02 bis 0,05 mm. Beide Autoren machen weiter folgende Angaben. In den oberflächlichen Lagen des Wandhornes sind die Hornröhrchen am schwächsten und zahlreichsten und in den tieferen Schichten kommen kleine und große vor. Sie werden durch die „intertubulaire Substanz" vereinigt. Ihre Anordnung ist eine unregelmäßige. Nicht selten sieht man sie in der inneren Schicht

reihenweise stehen, die Richtung der Blättchen zeigend. Das Horn ist umso härter, je mehr es gefärbt ist. Im allgemeinen ist die äußere Lage des Wandhornes schwarzbraun oder grau, die tiefere weiß. Manchmal wird die letztere 2 bis 3 mm stark; zuweilen nimmt sie auch die halbe Stärke der Wand ein.

Was die **Qualität des Hufhornes** anbetrifft, so finden sich darüber nicht gerade zahlreiche Angaben in der Literatur vor. Bezüglich des spröden und mürben Hufes stimmen die Ansichten der Autoren im allgemeinen überein. Schwab ([25]), Vix ([27]), Groß ([10]), Flemming ([8]), Behrends ([3]), Adam ([1]), Gutenäcker ([13]), Schmidt ([24]) und Uhlig ([26]) erwähnen als Ursachen des harten und spröden Hufes schlechte Hufpflege, wie zu starkes Trockenhalten der Hufe, starkes Beraspeln der Hornwände, wobei die Glasurschicht zerstört wird, Stehen der Pferde auf warmer Unterlage und Störungen der Ernährung der Huflederhaut durch verminderte Blutzufuhr.

Möller ([19]) hält kleine und zartgebaute Hufe edlerer Pferde besonders zu harten und spröden Hufen geneigt. Nach ihm hat Fleming wohl zuerst darauf aufmerksam gemacht, „daß in dem Horn der Hufe warmblütiger Pferde die Zahl der Hornröhrchen größer, ihre Stärke jedoch verhältnismäßig geringer ist, als in den Hufen kaltblütiger Rassen. Der Bau der ersteren wäre somit ein feinerer, die Hornwand, insbesondere die mittlere, mit großer Widerstandsfähigkeit ausgestattete Schicht derselben zeichnet sich durch den gleichen Bau aus.“ (The Veterinarian 1876, p. 376).

Trotz eifrigen Suchens habe ich an der angegebenen Literaturstelle die Arbeit über Hufuntersuchung von Fleming nicht finden können; ich konnte mich deshalb später nur auf die oben zitierten Worte berufen.

Großbauer ([11]) nimmt als Ursache des spröden Hufes den überaus dichten Bau des Hornes an.

Eberlein ([7]) sieht die Ursache der spröden Hornbeschaffenheit in langwierigen Entzündungen der Huflederhaut und dadurch bedingter mangelhafter Hornbildung.

Der mürbe oder zu weiche Huf kommt nach den letzterwähnten Autoren fast übereinstimmend vor bei Niederungs-Pferden mit weitem, spitzgewinkelten oder flachen und vollen Hufen und zeichnet sich durch eine mürbe und gleichfalls nicht widerstandsfähige Beschaffenheit des Hufhornes aus. Die Ursachen können bestehen in angeborener Anlage und hauptsächlich in

langwierigen (chronischen) Huflederhautentzündungen; ferner in mangelhafter Hufpflege, Beschlagsfehlern, anhaltendem Stehen in Feuchtigkeit, wie nassem Boden — Wasserhuf —, unreinen Stallungen, jauchiger Streu, zu starkem Ausschneiden der Sohle und zu starkem Niederschneiden des Tragrandes.

Dieselben Ansichten vertritt auch Uhlig ([26]).

Kösters ([16]) sagt: daß die Hufe edlerer Pferde dünner, als diejenigen der gemeinen Rasse seien.

Nach A. Lungwitz ([18]) macht anhaltendes Baden das Hufhorn spröde.

Uebereinstimmend sprechen sich fast alle Hufbeschlags-Autoren bei der Schilderung des Voll- und Flachhufes dahin aus, daß die Aufzucht der Pferde in Niederungsgegenden, auf feuchtem Boden, das Hufhorn mürbe macht.

Eigene Untersuchungen.

Untersuchungsmaterial und -technik.

Als Untersuchungsmaterial verwandte ich die in den Uebungen am Hufe an der Kgl. Tierärztl. Hochschule zu Dresden benutzten Hufe. Zur Gewinnung der Hornkapsel wurden diese längere Zeit mazeriert und darnach ausgeschuht. Zur Auswahl gelangten solche mit guter und solche mit schlechter Hornqualität, Hufe von Kutsch-, Reit- und schweren Zugpferden, Hufe der Vorder- und Hintergliedmaßen von edlen und gemeinen Pferden.

Die schlechte Hornqualität gab sich durch Risse und Sprünge der Hornwand in der Tragrandgegend, durch ausgebrochene Wände, Auffaserung des Hornes und durch grobe Hornfaserung zu erkennen. Nach gründlicher Reinigung der Hornkapsel wurden die Hufe nach Form, Größe, Gestalt, Winkelung und Hornbeschaffenheit bestimmt.

Um über die Struktur der Hornwand Aufschluß zu erhalten, wurden senkrecht zu ihr dünne, für die mikroskopische Untersuchung geeignete Scheiben herausgeschnitten. Damit der Querschnitt der Hornwand in möglichst großen Flächen zu überblicken war, halbierte ich vermittelst der Hauklinge die Hornkapsel in der Mitte der Zehenwand. Hierauf trennte ich die Hornsohle von den Hornkapselhälften bis ziemlich zum Tragrand mit dem Hufmesser ab und spannte die so erhaltenen halben Hornwände mit der Kronenrinne nach oben in den Schraubstock ein, dessen Backen zum besseren Halten entsprechend eingerichtet waren.

Da mir daran gelegen war, Schnitte zu erhalten, die genau senkrecht zu den Hornröhrchen verliefen, markierte ich mir ungefähr in mittlerer Wandhöhe mit der Kreide eine solche Ebene,

welche die Hufhälfte in ihrer ganzen Ausdehnung traf. Mit dem Hufmesser trennte ich bis hierher das darüberstehende Horn ab und erzeugte mir mit dem Hobel eine glatte Fläche. Zur Herstellung der gewünschten feineren Schnitte war jetzt die Hornwandfläche so vorbereitet, daß sich dünne Schnitte mit einem Tischlerhobel unschwer von $^1/_2$—1 mm Stärke erlangen ließen.

Diese Methode verließ ich schließlich wieder, da sie sich einmal als sehr zeitraubend und umständlich erwies, dann aber auch für mürbe und spröde Hufe sich nicht gut eignete, und die Hornröhrchen aller Wandgegenden zu gleicher Zeit schwer in senkrechter Richtung zu treffen waren. Zu alldem kamen noch Schwierigkeiten bei der Einbettung der großen Schnitt-Präparate in Canada-Balsam zum Zwecke der Herstellung von Dauer-Präparaten, Schwierigkeiten in der Beschwerung der Deckgläser, ihrer Umrandung usw. Bemerkt sei, daß zur Umrandung zunächst Asphaltlack, dann Wachs und Kolophonium und schließlich Paraffin benutzt wurde. Die ersten beiden Mittel mußte ich nach ihrem Gebrauch sofort wieder aufgeben, da sie sich mit dem Canada-Balsam verbanden und das Präparat zur Untersuchung ungeeignet machten.

Ich verfuhr deshalb folgendermaßen: Ich tauchte die das Präparat umschließenden Glasplatten mit den Rändern in eine dicke Dextrin-Lösung und nach Eintrocknung derselben in flüssiges Paraffin; dasselbe setzte sich an die Glasränder an, erkaltete rasch und erzeugte bei besserem Aussehen eine luftdichte Umrahmung der Gläser.

Die oben geschilderten Schwierigkeiten bestimmten mich, einen anderen Weg zur Erlangung feiner, für die mikroskopische Untersuchung geeigneter Schnitte zu beschreiten. Es wurden nämlich mit der Hauklinge fingerbreite Stücke aus der Mitte der Zehen-, Seiten- und Trachtenwand, die ich vorher isolierte, herausgeschnitten und von diesen Hornstückchen mittelst einer Kreissäge immer wieder senkrechte, dünne Blättchen abgetrennt. Es konnten auf diese Weise Scheibchen von 0,5 bis 0,07 mm Stärke erhalten werden. Diese dünnen Scheibchen färbte ich alsdann.

Um zu sehen, welche Farbe sich für Hufhorn am besten eignet, stellte ich Probefärbungen mit Fuchsin, Haematoxolin, Eosin, Methylenblau, Carmin und Picrocarmin an. Es ergab sich, daß alle diese Färbemethoden brauchbar sind, daß allerdings die

eine Farbe bessere Bilder ergibt als die andere. Jedenfalls bevorzugte ich für meine Zwecke Picrocarmin, welche Lösung auch früher schon von anderer Seite neben dem Karmin zur Färbung des Hufhornes empfohlen worden ist.

Bei Pikrokarminfärbung erscheint in der Regel der zentrale Teil der Hornröhrchen kirschrot, seine Rindenschicht und das Zwischenhorn gelbgrün, wobei sich die beiden letztgenannten Hornmassen deutlich voneinander abgrenzen. Ein nicht zu unterschätzender Vorzug dieser Färbung besteht weiter darin, daß sie vom untersuchenden Auge verhältnismäßig gut und lange vertragen wird.

Die Hornschnitte lagen je nach der Farbe des Hornes und der Stärke der Schnitte eine halbe bis vier Stunden in der Farblösung. Nach bekannter Art und Weise erfolgte dann ihre Entwässerung und ihre Einbettung in Canada-Balsam.

Die absolute Hornwandstärke exkl. Blättchenschicht ermittelte ich mit Hilfe einer graduierten und mit Nonius versehenen Schublehre.

Den Unterschied in der Anzahl der Hornröhrchen an der Zehen-, Seiten- und Trachtenwand stellte ich durch Zählung der Röhrchen an bestimmten Stellen fest. Zu diesem Zwecke versah ich das Okular mit einer Glasscheibe mit eingraviertem Durchmesser. Durch entsprechende Stellung dieses Durchmessers konnte entlang desselben die Zählung der Hornröhrchen quer durch die ganze Hornwand hindurch mit Genauigkeit erfolgen.

Die Stärke (Querdurchmesser) der Hornröhrchen ermittelte ich mit Hilfe des Okularmikrometers. Dabei fiel mir die Verschiedenheit in der Färbung und Größe der Hornröhrchen der Schutzschicht auf. Letztere teilte ich nun, um genauere Resultate bei den Messungen zu erhalten, in drei Teile, in eine **äußere, mittlere** und **innere** Zone, von denen eine jede dort, wo die Hornwand am stärksten ist, ungefähr ein Drittel der Wandstärke ausmachte.

Die Durchmusterung der Präparate geschah meist bei 30facher und stärkerer Vergrößerung.

Die Messung des Zwischenhornes erwies sich wegen der Verschiedenheit in der Entfernung der Hornröhrchen voneinander als sehr schwierig. Seine Menge wurde daher schätzungsweise festgestellt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung eines mit Picrocarmin gefärbten Wandschnittes präsentiert sich dem Auge folgendes Bild: Ueber das ganze Gesichtsfeld verstreut gewahrt man rot aussehende rundliche Bezirke, das sind die mit lockeren Hornmassen ausgefüllten Markteile der Hornröhrchen, die zuweilen auch hohl angetroffen werden. Umgeben sind sie von einer hellgelbgrünen bis grün gefärbten Wandung, dem Rindenteile der Hornröhrchen. Zwischen den Hornröhrchen liegt das hell- bis dunkelgrün gefärbte Zwischen- oder Bindehorn.

Die Untersuchung des Wandhornes hinsichtlich der **Qualität** desselben bei Pferden mit guten Hufen und solchen mit mangelhaftem Horn läßt es wünschenswert bezw. notwendig erscheinen, zunächst Erfahrungen darüber zu sammeln, wie es sich mit dem Horne der Schutzschicht, dem stärksten Teile des Wandhornes an den verschiedenen Regionen gesunder Hufe verhält. Wie aus den Literaturangaben zu ersehen ist, sind zwar Unterschiede zwischen den Hornröhrchen, dem äußeren dunkleren und dem inneren helleren Wandhorn bekannt geworden; eingehende Forschungen darüber an den verschiedenen Wandregionen habe ich jedoch nicht auffinden können. Ich nahm deshalb zum Ausgangspunkt meiner Untersuchungen die folgende Frage:

1. Welche Unterschiede zeigen die Hornröhrchen der Wand des gesunden Hufes in den verschiedenen Gegenden in Bezug auf Stärke, Form und Anordnung?

Wie bereits angegeben, wurden die Querschnitte der Hornwände wegen der Verschiedenheit der Hornröhrchen in der Schutzschicht in 3 Zonen eingeteilt und das Horn derselben miteinander verglichen. Es wurde eine äußere, eine mittlere und eine innere Schicht oder Abteilung der Schutzschicht künstlich abgegrenzt. Gleichgiltig, ob das Innere der in diesen Abteilungen zu sehenden Röhrchen hohl oder mit lockerer Hornmasse ausgefüllt war, es ist dasselbe in der Folge immer als Markteil (M) im Gegensatz zu dem umgebenden Mantel, dem Rindenteil (R) der Hornröhrchen bezeichnet worden.

1. **Vorderhuf, rechter,** mittlere Größe, ausgeprägte zehenweite Form, von einem barfuß gegangenen Pferde stammend,

(Nagellöcher sind in der Wand nicht zu sehen); an der Bodenfläche 125 mm lang und 130 mm breit. Der Zehenwandwinkel beträgt 49°. Die äußere Wand steht schräg, die innere sehr steil; die Richtung der Zehen- und Eckwand ist dieselbe. Der Wandverlauf ist überall ein gestreckter. Die seitlichen Strahlfurchen sind sehr weit. Die Hornfaserung ist deutlich sichtbar. In der Tragrandnähe findet sich ein Futterring. Die Ernährungsringe sind undeutlich und parallel nebeneinander gelegen. Der Huf ist im allgemeinen von tadelloser Beschaffenheit.

An der **Zehenwand** ergaben die Messungen der Hornröhrchen der *äußeren Zone* im Querschnitt Größen von 0,175 bis 0,280 mm, als Durchschnittsstärke fand ich 0,210 mm. Im allgemeinen waren es rundliche Hornröhrchen; doch befanden sich in der Nähe der Deckschicht auch viele eckige und drei-, vier-, fünf- und sechskantige. Zum Teil war das Zwischenhorn nahe der Glasurschicht an Menge sehr gering. Vielfach lagerten die Hornröhrchen ohne Bindehorn dicht beieinander. Aber auch in den übrigen Bezirken dieser äußeren Schutzschicht-Abteilung war das Zwischenhorn in verhältnismäßig geringer Menge vertreten. Dabei waren sämtliche Röhrchen einfache, d. h. jedes einzelne von ihnen besaß nur einen Hohlraum. Der letztere war im Verhältnis zum Rindenteil immer klein. Der Markteil war 0,035 bis 0,070 mm, der Rindenteil 0,070 bis 0,105 mm stark. Die Hornröhrchen mit ihrem gelblich gefärbten Mantel grenzten sich scharf von dem dunkelgrünen Zwischenhorn ab.

In der *mittleren Zone* der Schutzschicht schwankte die Stärke der Hornröhrchen-Querschnitte zwischen 0,070 und 0,210 mm, die Durchschnittsgröße lag bei 0,140 mm. Viele Hornröhrchen waren zusammengesetzte, denn ihre Wandung umschloß zuweilen zwei Hohlräume, die im Verhältnis zum Rindenteil klein waren. Der Markteil war 0,035 mm, der Rindenteil 0,070 mm dick. Zwischenhorn und Hornröhrchen — letztere zeigten immer rundliche Form — waren an Menge nicht gleich stark vertreten; das erstere herrschte vor. Beide Bestandteile des Hornes grenzten sich gegenseitig nicht so scharf ab wie im äußeren Drittel, doch war im allgemeinen ihre Zusammensetzung eine solche, daß die beiden beschriebenen Schutzschicht-Abteilungen sich deutlich voneinander abhoben.

In der *inneren Zone* zeigten die Hornröhrchen eine Stärke von 0,070 mm bis 0,665 mm, im Mittel 0,385 mm. Am Ueber-

gang von der mittleren zur inneren Zone befanden sich die stärksten. Nach der Verbindungsschicht hin verminderte sich allmählich ihre Dicke, an der Blättchenschicht selbst fanden sich die schwächsten. Die Hornröhrchen dieser Abteilung hatten ebenfalls immer rundliche resp. elliptische Form; ihre Längsachse verlief parallel zur Deckschicht; die Röhrchen waren sowohl einfache als zusammengesetzte. So beobachtete ich u. a., daß von 5 nebeneinander liegenden Röhrchen 2 zweifach, 2 dreifach und 1 fünffach, also aus 5 kleineren Röhrchen zusammengesetzt waren. Der sehr kräftig entwickelte Rindenteil zeigte bis zu 0,105 mm, der Markteil in der Regel bis zu 0,035 mm Stärke. Das Zwischenhorn war an Menge geringer vertreten als in der mittleren Zone, doch nahm es an Masse nach der Verbindungsschicht hin zu. Es war gelblich gefärbt im Gegensatz zu dem Rindenteil der Röhrchen, der orange Färbung zeigte. Zwischenhorn und Hornröhrchen gingen fast ohne Grenze ineinander über.

An der **Seitenwand** der lateralen Hufhälfte wies die *äußere Zone* Hornröhrchen von 0,035 mm bis 0,245 mm, im Durchschnitt 0,140 mm Stärke auf. Sämtliche Hornröhrchen waren einfache; ihr Markteil war im Verhältnis zum Rindenteil in der Nähe der Glasurschicht sehr klein: M = 0,035 mm, R = 0,035 bis 0,105 mm im Querschnitt, dagegen am Uebergang zum mittleren Drittel groß: M = 0,070 mm, R = 0,035 mm. Wie bei der gleichen Abteilung der Zehenwand, so fanden sich auch hier wieder in der Mehrzahl eckige Formen der Hornröhrchen-Querschnitte mit gelblich gefärbtem Rindenteil und scharfer Abgrenzung zu dem dunkelgrünen Zwischenhorn. Im allgemeinen waren sie mehr oder weniger von außen nach innen zu komprimiert, sodaß sie etwas länger als breit erschienen. Das Zwischenhorn war im übrigen im Verhältnis zur Glasurschicht an Menge geringer vorhanden als an der Grenze zum mittleren Drittel.

Die *mittlere Zone* zeichnete sich durch geringe Stärke der Hornröhrchen aus, deren Durchmesser zwischen 0,035 und 0,140 mm schwankte und im Mittel 0,105 mm zeigte. Die Hornröhrchen waren bei rundlicher Form meist einfache. Ihr Markteil verhielt sich zur Stärke des Rindenteils wie 1 : 2 bez. 1 : 3. Sie ordneten sich zu Reihen in der Richtung nach den Hornblättchen zu an. Die Zwischenhornmenge war im Verhältnis zur Dicke der Röhrchen und gegenüber dem äußeren Drittel reichlich vorhanden und gleichmäßig verteilt. Obwohl die Färbung der Hornröhrchen

und des Zwischenhornes dieselbe war, wie in dem vorhergehenden Teil, so grenzten sich doch infolge der allgemeinen Zusammensetzung der Hornbestandteile und speziell wegen der geringen Größe der Röhrchen beide Abteilungen deutlich voneinander ab.

In der *inneren Zone* fiel die Größe der Hornröhrchen auf und zwar fanden sich im äußeren Teil derselben die stärksten, während nach der Verbindungsschicht zu ihre Dicke sich verringerte. Ihr Durchmesser betrug 0,105 bis 0,350 mm, im Durchschnitt 0,245 mm. Mit einigen Ausnahmen waren die Hornröhrchen einfache und ihr Markteil im Verhältnis zum Rindenteil schwach entwickelt; sie zeigten elliptische bis Spindelform, deren Längsdurchmesser parallel zur Deckschicht verlief. Das Zwischenhorn dieses Drittels verteilte sich im allgemeinen gleichmäßig; nach der Verbindungsschicht hin nahm es an Menge etwas zu und ging in das Hauptblättchen über; dazwischen ordneten sich die Hornröhrchen reihenartig an. Dieselben reichten jedoch nicht ganz bis zu der Innenfläche der Wand (Zwischenhorn-Blättchenteil), sondern nur bis zu einer bogenartigen Kontur, welche sich von einem Hornblättchen nach dem anderen erstreckte. Die erst dunkelgrüne Farbe des Zwischenhornes ging nach der Blättchenschicht zu in eine gelbliche über. Die Abgrenzungen zwischen Zwischenhorn und Hornröhrchenmantel wurden undeutlich; der Rindenteil nahm Orangefärbung an.

Die **Trachtenwand** an der lateralen Hufhälfte zeigte in ihrer *äußeren Zone* Hornröhrchenquerschnitte von 0,105 bis 0,280 mm Größe, im Durchschnitt 0,175 mm. In der Nähe der Glasurschicht fanden sich viele eckige Hornröhrchen mit wenig Bindehorn dazwischen. Auch erschienen viele von außen her leicht komprimiert und zeigten teils Spindelform, teils war das eine Ende abgerundet, während das andere in eine Spitze ausging; es ließ sich beginnende Reihenbildung der Röhrchen feststellen; dieselben waren einfache, ihr Markteil war klein im Durchmesser, ihr Rindenteil dagegen stark. Das Zwischenhorn war im allgemeinen gleichmäßig verteilt und von dunkelgrüner Farbe im Gegensatz zu dem gelblichen Rindenteil der Hornröhrchen.

In der *mittleren Zone* fanden sich Hornröhrchen von 0,070 bis 0,350 mm, im Mittel von 0,175 mm Durchmesser. Sie waren also schwächer als im äußeren Drittel; meist zeigten sie rundliche Formen, doch ließen sich auch eckige nachweisen, vereinzelt waren auch zweifach zusammengesetzte vorhanden. Die Stärke

des Markteiles verhielt sich zu derjenigen des Rindenteiles wie 1:2 bezw. 1:3. Hornröhrchen und Zwischenröhrchenhorn waren gleichmäßig verteilt, an Menge jedoch das letztere erheblich stärker vertreten als das Röhrchenhorn.

In der *inneren Zone* fiel die regelmäßige Anordnung der Hornröhrchen auf und zwar waren diese so gelagert, daß sie Reihen bildeten, von denen jede sich nach einem Hauptblättchen der Verbindungsschicht zu einrichtete. Der Röhrchen-Durchmesser schwankte zwischen 0,105 und 0,350 mm, der Durchschnitt lag bei 0,210 mm. Die Hornröhrchen waren bis vierfach zusammengesetzte und zwar lagen solche nach dem mittleren Drittel zu. Sie zeigten im Querschnitt (siehe Figur 9) spindelartige Form, die Längsachse ballenwärts gerichtet. Mehrkantige Hornröhrchen wurden nicht gefunden. Der Rindenteil war im Durchmesser geringer als derjenige der Röhrchen im mittleren Drittel. Nach der Verbindungsschicht hin wurde die Abgrenzung der Hornröhrchen von dem Zwischenhorn weniger deutlich als in den äußeren Lagen dieses Teiles. Das gleichmäßig verteilte Bindehorn, welches an Menge reichlicher als in dem äußeren Drittel und geringer als in dem mittleren vorhanden war, zeigte infolge der Pigmentierung eine dunklere Färbung; das gleiche galt von dem Rindenteil der Hornröhrchen.

An der **Seitenwand** der medialen Hufhälfte fiel in der *äußeren Zone* die geringe Stärke der Hornröhrchen auf. Der Durchmesser derselben schwankte zwischen 0,070 und 0,175 mm; im Durchschnitt betrug er 0,105 mm. Die Hornröhrchen, die schon Reihenbildung erkennen ließen, zeigten im allgemeinen rundliche Formen bis auf die an die Glasurschicht angrenzenden. Diese waren zum Teil auch 3-, 4-, 5- und 6eckig. Sie erschienen alle mehr oder weniger von außen nach innen komprimiert, sodaß ihr größter Durchmesser mit der Außenfläche der Hornwand mehr oder weniger parallel verlief. Sämtliche Hornröhrchen waren einfache. Der Markteil stand zum Rindenteil seiner Stärke nach im Verhältnis wie 1:2. Das sonst gleichmäßig verteilte Zwischenhorn war in den äußeren Lagen dieser Zone an Menge etwas geringer vertreten als in den inneren. Es zeigte dunkelgrüne Färbung im Gegensatz zu dem hellgrün gefärbten Röhrchenhorn.

Die Hornröhrchen der *mittleren Zone* zeigten im Durchmesser eine Größe von 0,070 bis 0,210 mm, im Durchschnitt

eine solche von 0,140 mm. Sie lagerten gleichmäßig verteilt im Zwischenhorn und wiesen rundliche Formen auf. Nach dem inneren Abschnitt zu fanden sich bis dreifach zusammengesetzte. Der Markteil verhielt sich zum Rindenteil wie 1 : 2 bezw. 1 : 3.

Die *innere Zone* hob sich scharf durch reihenartige Anordnung der Hornröhrchen vom mittleren Drittel ab. Es wurden Durchmesser der Röhrchen von 0,105 bis 0,245 mm, im Mittel 0,175 mm gefunden. Nahe dem mittleren Teil waren die Hornröhrchen in der Mehrzahl bis vierfach zusammengesetzte. Das Zwischenhorn trat hier an Menge im Gegensatz zu demjenigen an der Verbindungsschicht etwas zurück. Es zeigte hellgelbe Färbung, das Röhrchenhorn dagegen Orange-Färbung. Der Markteil verhielt sich zum Rindenteil wie 1 : 3.

An der **Trachtenwand** der medialen Hufhälfte zeigten die Hornröhrchen der *äußeren Zone* eine Stärke von 0,105 bis 0,315 mm, im Mittel 0,210 mm. Eckige Durchschnitte gewahrte man in der Nähe der Glasurschicht; doch waren in der Mehrzahl nur elliptische Formen vertreten, deren größter Längsdurchmesser die Richtung der von den Hornröhrchen gebildeten Reihen annahm. Die Röhrchen waren sowohl einfache als auch zusammengesetzte, letztere aber an Zahl sehr gering. Die Reihen liefen ballenwärts mit denjenigen der inneren Zone zusammen. Der Markteil verhielt sich zum Rindenteil wie 1 : 2. Das Zwischenhorn war im allgemeinen gegenüber dem Röhrchenhorn in geringerer Menge vorhanden und gleichmäßig verteilt. Die Färbung des Hornes war dieselbe wie bei der gleichen Zone an der Seitenwand.

Die Hornröhrchen der *mittleren Zone* wiesen Stärken von 0,070 bis 0,350 mm, im Mittel von 0,210 mm auf. Sie waren vielfach zusammengesetzte. In diesem Teile vereinigten sich die Reihen des äußeren und inneren Abschnittes im flachen Bogen. Die Stärke des Markteiles und diejenige des Rindenteiles war eine gleiche. Das Zwischenhorn zeigte sich in geringerer Menge als im äußeren Drittel und hatte eine hellgelbe Färbung im Gegensatz zu der des äußeren, das dunkelbraun gefärbt war.

In der *inneren Zone* fielen die starken Hornröhrchen auf; es wurden 0,175 bis 0,420 mm im Querschnitt, im Mittel 0,280 mm gemessen. Die Röhrchen zeigten einen dunkelrot gefärbten Markteil und dunkelbraungrün gefärbten Rindenteil. Das Zwischenhorn war in geringerer Menge vorhanden als in der mittleren, aber in größerer Menge als in der äußeren Zone; nach der Ver-

bindungsschicht nahm es an Menge zu und zwar so, daß es die Richtung zwischen den Röhrchen nach den Hauptblättchen zu einnahm und in dieser Gegend zum Hauptblättchen selbst wurde. Dazwischen ordneten sich die Hornröhrchen zu Reihen an, die jedoch nicht bis an die Innenfläche der Wand (Zwischenblättchenteil) reichten, sondern zwischen sich und der bezeichneten Wandfläche Horn von der Beschaffenheit des Bindehornes erkennen ließen. Meiner Ansicht nach ist das letztere als dasjenige Horn aufzufassen, das von den freien Rändern der Fleischblättchen erzeugt wird. Ich nahm dies besonders auch aus dem Grunde an, weil gerade diese Hornmenge durch eine bogenartige Kontur sich schwach von dem übrigen Horn abgrenzte. Wie Figur 4, x zeigt, wiederholten sich diese Bögen bei allen Hornblättchen.

2. **Hinterhuf, linker,** mittlere Größe: mäßig bodenweit, von einem barfuß gegangenen Pferde stammend, vermutlich der Huf von demselben Tiere, zu dem der vorher beschriebene Vorderhuf gehört. Er ist an der Sohlenfläche 120 mm lang, 125 mm breit; der Zehenwandwinkel beträgt 54°, die äußere Wand ist etwas schräger als die innere. Der Wandverlauf ist ringsherum gestreckt. Zehenwand und Eckwand sind gleich gerichtet, die Ernährungsringe leicht sichtbar. Der Huf ist im allgemeinen von tadelloser Hornqualität.

An der **Zehenwand** hatten die Hornröhrchen in der *äußeren Zone* einen Durchmesser von 0,070 bis 0,350 mm. Nahe der Glasurschicht betrug er im Mittel 0,245 mm, an der Grenze zur mittleren Zone 0,140 mm. Der Rindenteil der Röhrchen war im Verhältnis zum Markteil in der erstgenannten Gegend stärker als in der letzteren. Die Hornröhrchen zeigten neben rundlichen auch drei-, vier-, fünf- und sechseckige Formen im Querschnitt. Sämtliche Röhrchen waren einfache. Das Zwischenhorn war an der Grenze zur Glasurschicht bedeutend geringer an Menge, als das Röhrchenhorn; in dem übrigen Teil war das Verhältnis der Menge beider Hornarten ungefähr das gleiche. Die Hornröhrchen zeigten gelbliche Färbung, das Zwischenhorn dunkelgrüne.

Die *mittlere Zone* fiel durch geringe Größe der Hornröhrchen auf. Es fanden sich solche von 0,070 bis 0,175 mm im Querschnitt; im Mittel betrug dieser 0,140 mm. Verschiedene Hornröhrchen von durchgängig rundlichem Querschnitt waren zusammengesetzte. Ihr Rindenteil verhielt sich zum Markteil bezüg-

lich der Stärke wie 2:1. Hornröhrchen und Zwischenhorn waren gleichmäßig verteilt, an Menge überwog jedoch das Bindehorn. Die Abgrenzung der beiden Hornwandbestandteile war nicht so scharf, wie in der äußeren Zone. Die Hornröhrchen waren gelb, das Zwischenhorn dunkelgelb gefärbt.

Die *innere Zone* unterschied sich von den beiden anderen bereits durch die hellere Färbung des Hornes. Die Farbe des Zwischenhornes war hellgelb, die des Röhrchenhornes orangefarben. Im allgemeinen wies dieses Wanddrittel dieselben Hornröhrchen-Durchmesser von 0,070 bis 0,350 mm auf, wie das äußere Drittel, die stärksten befanden sich in der Nähe des mittleren Teiles, die kleinsten bei der Verbindungsschicht. Es kamen nur rundliche Formen der Hornröhrchen vor; die letzteren waren mitunter bis vierfach zusammengesetzte und regellos gelagert. Zwischenhorn und Bindehorn verteilten sich gleichmäßig; das erstere war jedoch in der Nähe der Verbindungsschicht vermehrt vorhanden. Der Markteil verhielt sich zum Rindenteil wie 1:2 bez. 1:3.

An der lateralen Hufhälfte fanden sich an der **Seitenwand** in der *äußeren Zone* Hornröhrchen von 0,070 bis 0,245 mm im Querschnitt, im Durchschnitt von 0,175 mm Größe. An der Grenze zur Glasurschicht lagerten wieder vorwiegend kantige Hornröhrchen, zum Teil auch seitlich zusammengedrückte mit geringer Menge an Zwischenhorn. Oefters lagen sie ohne Bindehorn direkt nebeneinander. Sämtliche Hornröhrchen waren einfache. Nach dem mittleren Drittel zu hatten sie sich zu schrägen Reihen angeordnet. Die Stärke des Rindenteiles verhielt sich zu der des Markteiles wie 2:1. Das Zwischenhorn war in dem übrigen Abschnitt ebenfalls an Menge geringer vertreten und gleichmäßig verteilt, es zeigte dunkelgrüne Färbung, das Röhrchenhorn hellgrüne.

In der *mittleren Zone* schwankte die Stärke der Hornröhrchen zwischen 0,070 und 0,315 mm, im Durchschnitt betrug sie 0,210 mm. Die Röhrchen besaßen elliptische Formen und waren sowohl einfache wie zusammengesetzte, von denen die letzteren in geringerer Menge vertreten waren. Es wurden bis vierfach zusammengesetzte gefunden, die außer dem jedem Röhrchen eigenen Mantel noch einen gemeinsamen Rindenteil besaßen. Die Stärke des Markteiles verhielt sich zu derjenigen des Rindenteiles wie 1:2. Die dunkelgrün gefärbte Zwischenhornmenge und das gelb

gefärbte Röhrchenhorn waren gleichmäßig verteilt; doch war an Masse die erstere beträchtlicher, als die Hornröhrchen.

In der *inneren Zone* fiel wieder die reihenartige Anordnung der Hornröhrchen auf. Die Röhrchen verliefen schräg nach der Verbindungsschicht zu. Durch ihre regelmäßige Lagerung ließ sich eine deutliche Grenze zwischen dem inneren und mittleren Drittel nachweisen. Der Stärken-Durchmesser der Hornröhrchen differierte von 0,070 und 0,280 mm. Im Durchschnitt betrug er 0,210 mm. Auffällig war neben rundlichen Formen das Vorhandensein von zwei-, drei-, vier- und fünffach zusammengesetzten Hornröhrchen, die wiederum zahlreicher in der Nähe des mittleren Drittels vertreten waren als nach der Verbindungsschicht hin. In letzterer Gegend herrschte die Menge des Zwischenhornes vor, das aber im allgemeinen etwas geringer als im mittleren Teil vorhanden war. Während das Röhrchenhorn bisher deutlich vom Zwischenhorn abgegrenzt war, ging dasselbe hier ohne scharfe Grenze in das Bindehorn über. Letzteres zeigt hellgelbe Färbung, ersteres orange Färbung.

An der **Trachtenwand** der lateralen Hufhälfte ließ sich schon in der *äußeren Zone* deutlich reihenartige Anordnung der Hornröhrchen mit der Richtung nach der Blättchenschicht zu erkennen. Die stärksten Röhrchen wurden nahe der Deckschicht gefunden, sie zeigten im Durchschnitt eine Größe von 0,070 bis 0,350 mm, im Mittel 0,210 mm. Hier fanden sich auch wiederum, meist ohne Bindehorn aneinander gelagert, drei-, vier-, fünf- und sechskantige Hornröhrchen, während sie in dem größeren übrigen Bezirke durchgängig rundliche resp. elliptische Form zeigten. Sie waren sämtlich einfache. Der Markteil war schwächer als der Rindenteil. Beide verhielten sich zueinander wie 1 : 2 bez. 1 : 3. Das Zwischenhorn verteilte sich in der an der mittleren Zone angrenzenden Gegend ziemlich gleichmäßig, war aber an Menge im allgemeinen geringer als das Röhrchenhorn. Die Färbung des Hornes war dieselbe wie in den analogen Teilen der übrigen Wandbezirke.

Die *mittlere Zone* zeigte Hornröhrchen von 0,070 bis 0,315 mm Stärke; im Durchschnitt betrug sie 0,175 mm. Sie besaßen rundliche Formen und waren sowohl einfache wie zusammengesetzte. In diesem Teile trafen sich die Reihen der Röhrchen des äußeren und inneren Drittels in bekannter Art und Weise. Der Markteil

verhielt sich zum Rindenteil wie 1:2 bez. 1:3. Das Zwischenhorn, von hellgelber Farbe, war im Verhältnis zum orangefarbenen Röhrchenhorn in größerer Menge vertreten als in der äußeren Zone.

Die Hornröhrchen der *inneren Zone* waren 0,070 bis 0,350 mm im Mittel 0,175 mm stark, nach dem mittleren Drittel hin befanden sich die stärksten, nach der Verbindungsschicht zu nahmen sie allmählich an Stärke ab, an der Blättchenschicht selbst lagerten die schwächsten. Die Röhrchen waren sowohl einfache als bis fünffach zusammengesetzte. Der Markteil verhielt sich zum Rindenteil wie 1:1 bis 1:2. Das Zwischenhorn nahm an Menge gegenüber dem Röhrchenhorn nach der Verbindungsschicht hin zu; es war hellgelb gefärbt im Gegensatz zum orangefarbenen Hornröhrchen.

An der **inneren Seitenwand** waren die Hornröhrchen in der *äußeren Zone* im allgemeinen schwach, ihr Durchmesser betrug 0,070 bis 0,210 mm, im Durchschnitt 0,105 mm. Nahe der Glasurschicht übertrafen der Zahl nach die Hornröhrchen mit Kanten die rundlichen, in dem übrigen Teile fanden sich keine kantigen Röhrchen. Sie waren sämtlich einfache und ohne Anordnung gelagert. Der Markteil und Rindenteil waren gleich stark. Das dunkelgrün gefärbte Zwischenhorn und hellgelb gefärbte Röhrchenhorn standen bis an die Glasurschicht heran in ziemlich gleichmäßigen Verhältnissen.

Die Hornröhrchen der *mittleren Zone* waren sehr schwach 0,070 bis 0,175 mm, im Durchschnitt 0,105 mm stark, sie besaßen durchgängig rundliche Formen nnd kamen sowohl als einfache wie auch zusammengesetzte vor. Letztere waren in der Minderzahl vertreten. Der Markteil und Rindenteil war gleich stark. Die Menge des Zwischenhornes übertraf diejenige des Röhrchenhornes.

Die *innere Zone* grenzte sich von der mittleren durch die hier allerdings nicht zu deutliche reihenartige Anordnung der Hornröhrchen ab. Die Querschnitte der letzteren betrugen 0,070 bis 0,245 mm, im Mittel 0,140 mm. Es fanden sich bis vierfach zusammengesetzte Hornröhrchen vor. Die Stärke des Markteiles verhielt sich im allgemeinen zu derjenigen des Rindenteiles wie 1:1½. Die Färbung beider Hornbestandteile war ziemlich dieselbe, nämlich gelblich. Nach der Verbindungsschicht hin grenzten sich die Hornröhrchen nur undeutlich vom

Zwischenhorn ab, das letztere war nach dem mittleren Drittel hin an Masse geringer vorhanden als gegen die Blättchenschicht zu.

In der *äußeren Zone* der **inneren Trachtenwand** und zwar in der äußersten Lage fanden sich wieder viel kantige Hornröhrchen mit wenig Zwischenhorn, im übrigen Teile dieses Drittels kamen nur rundliche Formen vor. Die Hornröhrchen begannen sich reihenartig anzuordnen; sie waren 0,070 bis 0,315 mm, im Mittel 0,140 mm stark. Sämtliche Hornröhrchen erwiesen sich als einfache. Der Markteil verhielt sich zum Rindenteil wie 1 : 1 und 1 : $1^1/_2$. Die Zwischenhornmenge war sonst gleichmäßig verteilt, doch nahe der Deckschicht geringer als im mittleren Drittel vorhanden. Röhrchen- und Zwischenhorn-Färbung war dieselbe wie in den analogen Zonen der übrigen Hornwandteile.

In der *mittleren Zone* maßen die Hornröhrchen im Querschnitt 0,105 bis 0,350 mm, im Durchschnitt 0,210 mm. Es fanden sich sowohl Hornröhrchen ohne systematische Lagerung als auch solche, welche sich schon zu Reihen anordneten. Die Röhrchen waren sowohl einfache als bis zweifach zusammengesetzte. Auffallend war bei einigen die Erscheinung, daß der Rindenteil sich gleichsam aus zwei konzentrischen Abteilungen zusammensetzte und das Aussehen zeigte, als wäre er doppelt vorhanden. Dabei war er entweder nur ebenso stark wie der Markteil-Durchmesser oder seine Stärke betrug das doppelte von diesem. M : R = 1 : 1 bzw. 1 : 2. Die Menge des Zwischenhornes überwog diejenige des Röhrchenhornes.

In der *inneren Zone* war die Stärke des Markteiles der Hornröhrchen bemerkenswert. Diese starken Hornröhrchen fanden sich nahe der Verbindungsschicht am deutlichsten ausgeprägt, ihr Rindenteil mußte im Verhältnis zu diesen als dünn bezeichnet werden. Dagegen zeigte sich an der Grenze zum mittleren Drittel das umgekehrte Verhältnis, der Markteil war schwach, die Wandung dagegen sehr dick und zum Teil doppelt. Die Hornröhrchen maßen im Durchmesser 0,070 bis 0,350 mm, im Mittel 0,210 mm. Sie waren bis fünffach zusammengesetzte. Die Zwischenhornmenge nach der Verbindungsschicht hin nahm gegenüber der Röhrchenhornmenge zu. Das Bindehorn zeigte hellgelbe Färbung, die Hornröhrchen orange Färbung.

Um festzustellen, ob die gefundenen Unterschiede der Hornröhrchen des gesunden Hufes in den verschiedenen Tiefenlagen

der Hornwandregionen in Bezug auf Stärke, Form und Anordnung allgemeine Gültigkeit haben, also bei jedem Hufe sich wiederholen, dehnte ich meine Untersuchungen nach dieser Richtung hin noch auf weitere 18 Hufe und zwar auf 9 Vorder- und 9 Hinterhufe aus.

Dabei wiederholte sich im Großen und Ganzen derselbe Befund, sodaß über die **feinere Beschaffenheit des Wandhornes hinsichtlich der Stärke, Form und Anordnung des Hornröhrchen** folgendes gesagt werden kann:

Senkrecht durch die Hornwand gelegte Querschnitte lassen erkennen, daß in den verschiedenen Tiefenlagen der Wand das Horn durchaus nicht gleiche Beschaffenheit aufweist; vielmehr lassen sich drei verschiedene Zonen, eine äußere, mittlere und innere Zone unterscheiden, von denen eine jede an der Zehenwand, meist auch noch an den Seitenwänden ungefähr ein Drittel der Hornwandstärke betrifft. Nach den Trachtenwänden aber ändert sich das Verhalten dieses Hornes dahin ab, daß hier die mittlere Zone schwächer wird und teilweise auch ganz verschwindet. Diese Zonen grenzen sich zwar gegenseitig nicht scharf, aber doch deutlich ab, sodaß die Hornröhrchen sowohl wie das Zwischenhorn und auch die Tinktion bei Pikrokarmin Unterschiede in den verschiedenen Zonen aufweisen.

Die *äußere Zone* der Wand setzt sich aus einfachen, d. h. solchen Hornröhrchen zusammen, welche aus einem Mantel und dem von diesem eingeschlossenen Markteil bestehen. Sie haben wenig Bindehorn zwischen sich, welches in der Nähe der Glasurschicht teilweise ganz fehlt. Die Hornröhrchen in der oberflächlichsten Lage sind meist kantig, ihre Kanten leicht abgerundet. Es fanden sich solche mit 3, 4, 5 und 6 Kanten. Jedenfalls haben sie durch gegenseitigen Druck diese Form angenommen. An den Seitenwänden gewahrt man auch flach gedrückte Röhrchen, und an den Trachtenwänden haben sie sehr häufig auf den Querschnitt eine elliptische Gestalt.

Weiter entfernt von der Wandoberfläche, also nach dem mittleren Teile der Schutzschicht zu, verschwinden an den Hornröhrchen die Kompressionserscheinungen; die Röhrchen nehmen eine mehr rundliche Gestalt an. Das Bindehorn ist auch gering an Masse, aber reichlicher als in der Glasurschichtnähe vertreten. Die Stärke der Hornröhrchen dieser Zone schwankt zwischen

0,035 und 0,350 mm, in einem Falle wurde ein Röhrchen von 0,735 mm Größe gemessen. Ihre Durchschnittsgröße war an der Zehenwand 0,210 mm; sie verringerte sich nach der Seitenwand nnd noch mehr nach der Trachtenwand um ein geringes. Doch kommen an diesen Regionen, besonders auch an der Trachtenwand, mitunter ebenso starke und ebenso schwache Röhrchen vor wie an der Zehenwand. Die schwächsten Hornröhrchen lagen nahe der Glasurschicht, nach dem mittleren Teile nahmen sie an Stärke zu. Ihr Markteil zeigt dabei fast immer dieselbe Durchschnittsgröße, bei meinen Untersuchungen von 0,035 mm, der Rindenteil dagegen, welcher nach der Glasurschicht ungefähr dieselbe Stärke aufweist, wird nach der Tiefe zu stärker und ist schließlich doppelt so stark als der Markteil. Die Stärkenzunahme der Hornröhrchen dieser Zone erfolgt also durch Vergrößerung des Rindenteiles.

In der *mittleren Zone* sind, wie bei sämtlichen Hufen festgestellt werden konnte, die Hornröhrchen etwas schwächer — im Durchschnitt 0,140 bis 0,175 mm groß — als in der äußeren Zone. Dafür ist das Zwischenhorn an Masse reicher vertreten als das Röhrchenhorn. Es hat die Farbflüssigkeit derart angenommen, daß es im allgemeinen etwas heller erscheint als in der äußeren Zone. Das Röhrchenhorn zeigt einen Stich in das Orangefarbene im Gegensatz zu der hellgelben Färbung in der äußeren Zone.

Die Hornröhrchen sind an der Zehenwand rund, an den Seiten- und Trachtenwänden finden sich auch solche, welche im Querschnitt elliptisch sind. Neben einfachen werden auch zusammengesetzte beobachtet und zwar solche, wo zwei Markteile von einem gemeinsamen Mantel umschlossen werden. In der hinteren Hufhälfte ordnen sich dieselben vielfach zu Reihen an mit der Richtung nach den Hornblättchen zu. Der Rindenteil der Röhrchen ist wie in der äußeren Zone in der Regel noch einmal so stark als der Markteil.

Die *innere Zone* setzt sich scharf ab von der mittleren sowohl nach Färbung, als auch nach Beschaffenheit ihrer Bestandteile. Die in regelmäßigen Abständen in dem Bindehorn vorhandenen Hornröhrchen erscheinen vollkommen orangegefärbt. Das Zwischenhorn, das von außen, von der Glasurschicht her erst dunkelgrüne, dann grüne Färbung aufweist, ist hier von hellgelber Färbung. Das auffallendste in dieser Schicht, in welcher

das Zwischenhorn etwas geringer als in der mittleren Zone vertreten ist, bilden die vielen zusammengesetzten Hornröhrchen. Man beobachtet oft mehrere Röhrchen, welche vier Markteile besitzen und selbst sechs Markräume werden von einem gemeinsamen Mantel umschlossen. Eine Zusammensetzung der Hornröhrchen aus 10 kleinen Röhrchen, wie dies Kundsin (17) angeblich beobachtet hat, oder die Zusammensetzung aus einer annähernd so großen Anzahl kleiner Röhrchen habe ich trotz fleißigen Suchens nicht feststellen können. Meine Untersuchungsergebnisse aber stimmen in dieser Beziehung mit der Feststellung Nörners (20) überein, welcher ebenfalls bis zu 6 Hornröhrchen durch einen gemeinsamen Mantel vereinigt gefunden hat. Die Röhrchen dieser Zone geben auf dem Querschnitte Spindelform. Manchmal ist derselbe rundlich, zieht sich aber nach der einen Seite und zwar entweder nach vorn oder nach hinten zu in eine Spitze aus, sodaß die Röhrchen sowohl rundlich als auch ein- und zweikantig sein müssen. Dabei liegen die stärksten an der mittleren Zone. Nach der Verbindungsschicht hin werden sie schwächer; dafür wird das Zwischenhorn reichlicher. Besonders fällt die Stärke der Röhrchen an der Zehenwand auf. Hier findet man solche bis zu 0,60 mm Durchmesser und noch stärker, sodaß behauptet werden kann, daß die innere Wandregion der Zehenhornwand nahe der mittleren Zone die stärksten Röhrchen der Hornwand aufweist. An Seiten- und Trachtenwänden schwankt ihre Stärke von 0,105 — 0,245 mm, im Mittel sind sie ungefähr 0,175 mm stark. Auch sind sie hier gegenüber der Zehenwand, wo sie regellos in das Zwischenhorn eingelagert sind, reihenartig angeordnet. Diese Reihen stehen in leichten Bögen, welche die Richtung nach der Verbindungsschicht zu haben. Sie reichen hier bis zu einer von einem Hornblättchen zum benachbarten anderen sich bogenartig spannenden Kontur heran, welche ich als die Grenze zwischen Schutzschichthorn und der von dem Fleischblättchen erzeugten Hornmasse ansah. Der Rindenteil ist in der Regel noch einmal so stark, auch zweimal stärker als der Markteil.

Die Stärke der Hornröhrchen durch alle drei Zonen hindurch schwankte demnach von 0,035 — 0,735 mm. Dieser Befund stimmt ungefähr mit demjenigen von Chauveau (0,02 — bis 0,4 mm) und von Peuch et Lesbre (0,15 — 0,50 mm) überein.

Alsdann war weiterhin über folgende Frage Klarheit zu schaffen:

2. Nimmt die Stärke der Hornwand ballenwärts ab auf Kosten der Röhrchen oder auf Kosten des Bindehornes, oder bleibt das Verhältnis von Röhrchen- und Bindehorn nach den Ballen zu dasselbe?

Zur Beantwortung dieser Frage wurden Untersuchungen nötig

a) über die Stärke der Hornwand;

b) über die Anzahl der Hornröhrchen an der Zehenwand, an den Seitenwänden und an den Trachtenwänden, und über das Verhältnis der Zwischenhornmenge zum Röhrchenhorn an diesen Wandregionen.

Bekanntlich hat bei den gesunden Hufen die Hornwand an den verschiedenen Hufgegenden nicht die gleiche Stärke, sondern sie besitzt am Zehenteil die größte Stärke und diese nimmt nach den Ballen bezw. Eckstreben zu allmählich ab. Besonders sind über diese Verhältnisse in neuerer Zeit von R. Fröhner (9) und Albert (2) ausführliche Messungen unternommen worden. Der Letztere fand, daß sich die absolute Stärke der Zehen-, Seiten- und Trachtenwand an Vorderhufen im Durchschnitt wie 3,5 : 3 : 2 und an den Hinterhufen wie 3 : 2,5 : 2 verhält. Während derselbe seine Untersuchungen ausführte, war auch ich mit derartigen Messungen beschäftigt. Die Ergebnisse derselben sind in nachstehender Tabelle niedergelegt, und zwar sind sie in Millimetern wiedergegeben. Rechts neben diesen Zahlen finden sich die Resultate meiner Zählungen der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser der einzelnen Wandgegenden von Hufen verschiedener Form und Größe.

Art des Hufes.	Stärke der Hornwand in der Mitte der		Anzahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser der links angeführt. Wandabschnitte	auf 1 mm berechn.
A) Vorderhufe.				
a) Hufe mit guter Hornqualität.				
1. Linker Vorderhuf, mäßig bodenweit, Strahlfäule, feine Hornfaserung, Zehenwandwinkel 39°.	Zehenwand	8,5 mm	34	4,0
	äuß. Seitenwand	9,5 „	38	4,0
	inn. Seitenwand	9,0 „	36	4,0
	äuß. Trachtenw.	8,5 „	19	3,8
	inn. Trachtenw.	5,0 „	19	3,8

Art des Hufes.	Stärke der Hornwand in der Mitte der		Anzahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser der links angeführt. Wandabschnitte	auf 1 mm berechnet
2. Rechter Vorderhuf von mittlerer Größe eines barfuß gegangenen Pferdes, von ausgeprägter zehenweiter Form, an der Bodenfläche 125 mm lang und 130 mm breit. Zehenwandwinkel 49°. Die äußere Wand steht schräg, die innere sehr steil. Die Richtung der Zehen- und Eckwand ist dieselbe. Wandverlauf überall gestreckt. Seitliche Strahlfurchen sehr weit. Die Hornfaserung ist deutlich sichtbar. In der Tragrandnähe befindet sich ein Futterring; die Ernährungsringe sind undeutlich und liegen parallel nebeneinander. Der Huf ist im allgemeinen von tadelloser Beschaffenheit.	Zehenwand	11,5 mm	47	4,0
	äuß. Seitenw.	10,6 „	45	4,3
	inn. Seitenw.	10,5 „	45	4,2
	äuß. Trachtenw.	7,5 „	36	4,2
	inn. Trachtenw.	7,4 „	25	3,6
3. Rechter Vorderhuf eines schweren Zugpferdes, beginnender Flachhuf, an der Bodenfläche 160 mm lang und 155 mm breit. Zehenwandwinkel 49°, lose Wand, Hornwand mäßig stark, ringsherum gestreckter Wandverlauf, Trachtenwand leicht untergeschoben, Belastungsringe mäßige Ausbildung zeigend. An der äußeren Seite ist die Wand leicht an zwei Stellen am Tragrand oberflächlich zersplittert, im übrigen scheint die Hornqualität eine gute zu sein.	Zehenwand	12,6 mm	54	4,2
	äuß. Seitenw.	11,4 „	48	4,2
	inn. Seitenw.	8,8 „	49	5,5
	äuß. Trachtenw.	9,2 „	42	4,6
	inn. Trachtenw.	8,5 „	38	4,4
4. Linker Vorderhuf eines leichten Wagenpferdes, unter mittelgroß, bodenweit, an der Bodenfläche 128 : 107 mm groß, Zehenwandwinkel 55°, mäßig krankhaft schief, innerer Ballen etwas höher als der äußere. Wandverlauf gestreckt; scheinbar feine Hornfaserung und gute Hornqualität.	Zehenwand	7,5 mm	46	6,1
	äuß. Seitenwand	8,0 „	44	5,5
	inn. Seitenwand	7,0 „	44	6,3
	äuß. Trachtenw.	7,0 „	38	5,4
	inn. Trachtenw.	7,0 „	30	4,3
5. Linker Vorderhuf, kleiner Huf eines leichten Wagenpferdes, stark bodenweit, leicht krankhaft schief, Bodenfläche 108 : 112 mm groß, Zehenwandwinkel 59°. Das Horn ist überall im Zusammenhang; scheinbar gute Hornqualität.	Zehenwand	7,0 mm	42	6,0
	äuß. Seitenwand	7,0 „	42	6,0
	inn. Seitenwand	6,9 „	41	5,9
	äuß. Trachtenw.	6,5 „	35	5,4
	inn. Trachtenw.	6,4 „	34	5,2

Art des Hufes:	Stärke der Hornwand in der Mitte der	Anzahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser der links angeführt. Wandabschnitte	auf 1 mm berechnet
6. Rechter Vorderhuf eines schweren Zugpferdes, mäßig bodenweit, Zehenwandwinkel 58°, Bodenfläche 148:142 mm groß, Hornwand gestreckt, ihr Zusammenhang nirgends gestört, das letztere gilt auch für Sohle und Strahl, Wand und Sohle gut verbunden, ganz geringgradige lose Wand, am Uebergange von der Seiten- zur Trachtenwand Hornfaserung deutlich sichtbar, scheinbar sehr gute Hornqualität.	Zehenwand 12,1 mm	54	4,5
	äuß. Seitenw. 12,3 „	57	4,6
	inn. Seitenw. 13,5 „	58	4,3
	äuß. Trachtenw. 10,0 „	39	3,9
	inn. Trachtenw. 9,2 „	43	4,6
7. Rechter Vorderhuf, scheinbar noch nicht beschlagen gewesen, Strahlfäule, außen ausgehöhlt, gute Hornqualität.	Zehenwand 9,0 mm	37	4,1
	äuß. Seitenwand 9,0 „	41	4,5
	inn. Seitenwand 8,2 „	39	4,8
	äuß. Trachtenw. 5,0 „	17	3,4
	inn. Trachtenw. 6,5 „	20	2,1
b) Hufe mit mangelhafter Hornqualität.			
8. Rechter Vorderhuf, bodeneng, Zehenwandwinkel 64°, grobe Hornfaserung.	Zehenwand 10,0 mm	43	4,3
	äuß. Seitenw. 10,9 „	41	3,7
	inn. Seitenw. 10,8 „	40	3,7
	äuß. Trachtenw. 7,6 „	23	3,0
	inn. Trachtenw. 8,0 „	24	3,0
9. Rechter Vorderhuf d. weiten Form, mittelgroß, Hornsohle wenig ausgehöhlt, Zwischenhornwand konkav eingebogen, an der Zehenwand unterhalb der Krone Baumborken ähnliche Beschaffenheit der Glasurschicht. Zehenwandwinkel 32°, Strahl gesund, an der äußeren Hufseite lose Wand, ebenso an der Trachtenpartie. In der Mitte der beiden Hufseiten (Gegend der Hufeisenkappe) Wand ausgebrochen, Ernährungsringe an der Trachtenwand deutlich ausgeprägt in Gestalt von zusammenliegenden Erhebungen und Vertiefungen, bei genauem Hinsehen verlaufen in der Richtung der Hornröhrchen linienartige Vertiefungen von der Krone bis zum Tragrand, verschieden scharf ausgeprägt und bald in kürzerer, bald in weiterer Entfernung von	Zehenwand 11,9 mm	42	3,5
	äuß. Seitenwand 9,4 „	37	4,0
	inn. Seitenwand — „	—	—
	äuß. Trachtenw. 6,5 „	28	4,3
	inn. Trachtenw. — „	—	—

Art des Hufes:	Stärke der Hornwand in der Mitte der	Anzahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser der Wandabschnitte links angeführt.	auf 1 mm berechnet
einander. Grobe Hornfaserung, Hornqualität unter mittelmäßig. (Es wurde nur die äußere Hufhälfte untersucht).			
10. Rechter Huf, mäßig bodenweit, Zehenwandwink. 48°, Bodenfläche 100:105 mm groß, an der inneren Seite ist die Wand in der Tragrandgegend ausgebrochen, ebenso in der Mitte der Zehenwand am Tragrand. Hier befindet sich eine Tragrandspalte, die ganze Hornwand durchdringend, nach oben zu an Tiefe abnehmend und an der Wand verschwindend, Trachtenwand etwas untergeschoben, mäßige Strahlfäule. Die Hornröhrchen fallen durch ihre Stärke an der Zehenwand des kleinen Hufes auf. Hornqualität scheint an der Zehenwand eine gröbere als in den anderen Bezirken zu sein.	Zehenwand 8,4 mm äuß. Seitenwand 7,4 „ inn. Seitenwand 7,4 „ äuß. Trachtenw. 5,5 „ inn. Trachtenw. 5,4 „	34 39 39 28 30	4,1 5,3 5,3 5,0 5,5
B) Hinterhufe.			
a) Hufe mit guter Hornqualität.			
1. Linker Hinterhuf von mittlerer Größe, mäßig bodenweit, von einem barfuß gegangenen Pferde stammend, Bodenfläche 120:125 mm groß, Zehenwandwinkel 54°, äußere Wand etwas schwächer als die innere, Wandverlauf ringsherum gestreckt, Zehen- und Eckwand in der Richtung übereinstimmend, Ernährungsringe leicht sichtbar, Huf im allgemeinen von tadelloser Hornbeschaffenheit.	Zehenwand 11,0 mm äuß. Seitenwand 9,8 „ inn. Seitenw. 10,6 „ äuß. Trachtenw. 7,5 „ inn. Trachtenw. 7,4 „	46 44 46 30 31	4,1 4,5 4,3 4,0 4,2
2. Linker Hinterhuf, mittelgroß, von einem leichten Wagenpferde stammend, Bodenfl. 150:120 mm groß, Zehenwandwinkel 50°, ringsherum gestreckter Wandverlauf, Zusammenhang des Wandhornes — Nagelkanäle ausgenommen — nicht gestört, Hornqualität scheinbar eine gute.	Zehenwand 12,8 mm äuß. Seitenw. 10,3 „ inn. Seitenw. 9,3 „ äuß. Trachtenw. 7,6 „ inn. Trachtenw. 8,2 „	53 50 50 34 34	4,2 5,0 5,4 4,5 4,2

Art des Hufes: b) Hufe mit mangelhafter Hornbeschaffenheit.	Stärke der Hornwand in der Mitte der	Anzahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser der links angeführt. Wandabschnitte	auf 1 mm berechnet
3. Rechter Hinterhuf eines leichten Wagenpferdes, unter mittelgroß, bodenweite Form, Zehenwandwinkel 51°, Wandverlauf gestreckt, Zusammenhang des Hornes nirgends gestört, Hornqualität scheinbar eine sehr gute.	Zehenwand 11,4 mm	50	4,9
	äuß. Seitenwand 8,0 „	46	5,7
	inn. Seitenwand 8,0 „	48	6,0
	äuß. Trachtenw. 7,0 „	28	4,0
	inn. Trachtenw. 7,0 „	26	3,7
4. Rechter Hinterhuf von mittlerer Größe eines leichten Wagenpferdes, Zehenwandwinkel 60°, Bodenfläche 132:121 mm groß. Das Pferd scheint lange barfuß gegangen zu sein, da keine Nagelkanäle vorhanden, Hornwand kräftig, von geradem Verlauf, ohne Zusammenhangs-Störung und scheinbar von sehr guter Hornqualität.	Zehenwand 13,3 mm	53	4,0
	äuß. Seitenw. 12,0 „	55	4,5
	inn. Seitenw. 12,2 „	57	4,7
	äuß. Trachtenw. 8,0 „	31	3,9
	inn. Trachtenw. 7,4 „	30	4,0
5. Rechter Hinterhuf, regelmäßig, Zehenwandwinkel 65°, Wand unten ausgebrochen, grobe Hornfaserung.	Zehenwand 9,0 mm	37	4,1
	äuß. Seitenwand 9,0 „	41	3,5
	inn. Seitenwand 8,2 „	39	3,8
	äuß. Trachtenw. 5,0 „	17	3,7
	inn. Trachtenw. 6,5 „	20	4,0
6. Link. Hinterhuf eines großen Wagenpf., Bodenfl. 155:135 mm groß, Zehenwandwinkel 48°, regelmäßige Form, in der Tragrandgegend ist die Wand bis zu 2 cm Ausdehnung nach der Krone eingerissen und ausgebrochen und zwar ringsherum mit Ausnahme der hinteren Trachtenwand-Bezirke. An verschiedenen Tragrandgegenden liegen die Hornröhrchen der Schutzschicht frei wie Pinselhaare, hier und da Lücken in der Wand, Verbindung von Hornwand und Hornsohle mangelhaft.	Zehenwand 12,0 mm	47	3,9
	äuß. Seitenw. 13,0 „	53	4,1
	inn. Seitenw. 10,5 „	46	4,9
	äuß. Trachtenw. 6,5 „	27	4,1
	inn. Trachtenw. 6,3 „	27	4,3
7. Rechter Hinterhuf, bodenweite Stellung, von einem leichten Wagenpferde stammend, Bodenfläche 130:122 mm groß, Zehenwandwinkel 54°. Zehenwand konkav gekrümmt, Eckwand etwas schräger als Zehenwand. In der Tragrandgegend ist die Hornwand mehrfach ausgesplittert. Wand und Sohle mangelhaft verbunden, scheinbar schlechte Hornqualität.	Zehenwand 11,8 mm	56	4,7
	äuß. Seitenw. 10,6 „	51	4,8
	inn. Seitenw. 10,3 „	52	5,0
	äuß. Trachtenw. 6,9 „	33	4,9
	inn. Trachtenw. 5,6 „	33	5,6

Art des Hufes.	Stärke der Hornwand in der Mitte der		Anzahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser der links angeführt. Wandabschnitte	auf 1 mm berechnet
8. Linker Hinterhuf, an der Bodenfläche 140:122 mm groß, Zehenwandwinkel 49°, ziemlich regelmäßige Stellung, etwas krumm, im Bereich der Nagelung Wand in Tragrandnähe aufgesprungen und abgebrochen, von den meisten Nagelkanal-Oeffnungen an der Wandaußenfläche aus erstrecken sich Risse tragrandwärts, scheinbar schlechte Hornqualität.	Zehenwand	13,0 mm	54	4,2
	äuß. Seitenw.	12,5 „	56	4,5
	inn. Seitenw.	12,1 „	53	4,4
	äuß. Trachtenw.	8,0 „	39	4,8
	inn. Trachtenw.	8,8 „	38	4,8
9. Rechter Hinterhuf, Bockhuf. Zehenwandwinkel 61°, Bodenfläche 135:120 mm groß, Wand schwach, ringsherum in der Tragrandgegend ausgesprungen und abgebrochen, Hornröhrchen daselbst isoliert, sodaß der Tragrand besenartig beschaffen ist, scheinbar schlechte Hornqualität.	Zehenwand	8,0 mm	47	5,9
	äuß. Seitenwand	9,6 „	54	5,6
	inn. Seitenwand	9,0 „	51	5,6
	äuß. Trachtenw.	6,5 „	28	4,3
	inn. Trachtenw.	6,5 „	28	4,3
10. Link. Hinterhuf eines Pferdes, das längere Zeit im Stalle gestanden hat, mittelgroß, bodeneng, Bodenfläche 140:125 mm groß, Zehenwandwinkel 50°, die Wand ist in der weißen Linie abgetrennt, sodaß sie vornherum ca. 4 cm hinauf vom Hufe abgebrochen ist, an verschiedenen Stellen sind die Hornröhrchen von einander isoliert, sie stehen wie Pinselhaare nebeneinander, Huf anscheinend von schlechter Hornqualität.	Zehenwand	11,9 mm	57	4,8
	äuß. Seitenw.	11,0 „	51	4,6
	inn. Seitenw.	10,7 „	54	5,0
	äuß. Trachtenw.	7,3 „	32	4,4
	inn. Trachtenw.	8,3 „	33	3,9

Die Messungen ergaben zunächst Stärkenverhältnisse der Hornwand wie sie Albert (²) bei seinen Untersuchungen gefunden hat. Ferner konnte festgestellt werden, daß die Menge der Hornröhrchen und des Zwischenhornes nicht abhängig ist von der Stärke der Hornwand. Es läßt sich also nicht die Regel aufstellen, daß einer dicken Schutzschicht mehr Röhrchen zukommen, als einer dünnen. Aehnlich verhält es sich mit den kleinen und großen Hufen. Auch hier kann man nicht behaupten, daß dem einen weniger Röhrchen zukämen, als dem andern.

Allerdings beobachtet man vielfach, daß bei kleinen Hufen im allgemeinen schwächere Röhrchen vorhanden sind, als bei den großen Hufen, ohne daß dies jedoch die Regel bildet.

Die Frage, ob die starken Röhrchen einen größeren Umfang wegen einer dickeren Rindenschicht oder eines dickeren Markteiles hatten, läßt sich dahin beantworten, daß sowohl das eine als das andere der Fall sein kann, d. h. das Röhrchen kann stark sein infolge seines kräftigen Markteiles, es kann dies aber auf Kosten eines starken Markes geschehen. Vermutlich richtet es sich ganz nach der Qualität des Hufhornes.

Bezüglich der Menge der Hornröhrchen lieferten die nachstehend angeführten Untersuchungen von 30 Hufen folgende Resultate:

Im allgemeinen schwankte die Anzahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser der Hornwand, auf einer jeden Linie gemessen, an der

Zehenwand	zwischen	34	und	62,	auf 1 mm berechnet	zwischen	3,5	und	6,1,
					(d. h. mit der jeweiligen Wandstärke in Beziehung gebracht.)				
Seitenwand	„	36	„	59	„		3,5	„	6,3,
Trachtenwand	„	17	„	43	„		3,0	„	5,6.

Die Durchschnittsmenge stand ungefähr in dem Verhältnis wie 48:47:30 und wie 4,8:4,9:4,3. Während also ein wesentlicher Unterschied in der Menge der Hornröhrchen auf dem linienartigen Querschnitt von Zehen- und Seitenwand nicht gefunden wurde, konnte auf demjenigen der Trachtenwand eine erheblich geringere Anzahl festgestellt werden, als an den anderen Wandregionen.

Bei *10 Vorderhufen* wurden an der

Zehenwand	34	bis	54	auf dem Querdurchmesser,	auf	1	mm	ber.	3,5	bis	6,1,
Seitenwand	36	„	58	„	„	„	1	„	„	3,7	„	6,3,
Trachtenwand	17	„	43	„	„	„	1	„	„	3,0	„	5,5,

Hornröhrchen gezählt.

Im Verhältnis verhielt sich die Durchschnittmenge dieser Ergebnisse an den einzelnen Wandpartien wie 44:47:30 und auf einen berechnet wie 4,8:5,0:4,3.

Bei *10 Hinterhufen* schwankte die Zahl der Röhrchen an der

Zehenwand	zwischen	46	und	62,	auf	1	mm	berechnet	zwischen	3,9	und	5,9,
Seitenwand	„	43	„	59	„	1	„	„	„	3,5	„	6,0,
Trachtenwand	„	26	„	42	„	1	„	„	„	3,7	„	5,6.

Im Mittel verhielt sie sich wie 54:51:34 und bei der Berechnung auf 1 mm wie 4,9:4,8:4,6. Es war demnach die An-

zahl der Hornröhrchen bei den untersuchten Vorderhufen in den einzelnen Wandpartien im allgemeinen eine etwas geringere, als bei den untersuchten Hinterhufen.

Bei *5 Vorderhufen* wurden an der Zehenwand auf dem Querdurchmesser etwas mehr Röhrchen gezählt, als an den beiden Seitenwänden. Bei *einem Hufe* war die Anzahl an Zehen- und Seitenwand ungefähr dieselbe und bei *4 Vorderhufen* konnten umgekehrt an den Seitenwänden etwas mehr Röhrchen gefunden werden.

Bei *4 Hinterhufen* war die Anzahl der Hornröhrchen an der Zehenwand etwas größer als an der Seitenwand, bei *2 Hufen* war ein Unterschied kaum aufzufinden, während umgekehrt bei *5 Hufen* an den Seitenwänden mehr Röhrchen gefunden wurden, als an der Zehenwand.

Die Gegenüberstellung der Hufe mit feiner guter Hornfaserung und derjenigen mit grober bzw. mangelhafter Hornqualität ergab folgende Resultate:

A. Gute Hornqualität.

Es schwankte *im allgemeinen* die Zahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser an der

Zehenwand zwischen 34 und 54, auf 1 mm berechnet zwischen 3,9 und 6,1,
Seitenwand „ 36 „ 58 „ 1 „ „ „ 4,0 „ 6,3,
Trachtenwand „ 17 „ 43 „ 1 „ „ „ 3,1 „ 5,4.

Die Durchschnittmenge der Hornröhrchen verhielt sich an den einzelnen Wandpartien wie 44:47:30, bei Berechnung auf 1 mm wie 5,0:5,2:4,3.

Auch diese Untersuchungen ergaben, daß eine bestimmte Verteilung in der Anzahl der Hornröhrchen nicht festgestellt, wohl aber in jedem Falle eine geringere Anzahl von Röhrchen an den Trachtenwänden gegenüber den Zehen- und Seitenwänden bemerkt wurde. Dahingegen war wieder ein erheblicher Unterschied in der Röhrchenmenge an den beiden letztgenannten Arten von Wandregionen nicht zu finden. Ich fand, daß in *5 Fällen* die Zahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser an der Zehenwand eine etwas geringere, bei *2 Hufen* die gleiche und bei *4 Hufen* eine größere war, als an der Seitenwand.

Die *Vorderhufe* unter den Hufen mit guter Hornqualität zeigten einen Unterschied in der Anzahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser an der

Zehenwand . . . . von 34 und 54, auf 1 mm berechnet von 4,0 und 6,1,
Seitenwand . . . . „ 36 „ 58 „ 1 „ „ „ 4,0 „ 6,3,
Trachtenwand . . . „ 17 „ 43 „ 1 „ „ „ 3,1 „ 5,4,
im Mittel . . . . . wie 44:47:30 „ 1 „ „ wie 5,1:5,2:4,3.

Die *Hinterhufe* lieferten folgende Resultate:

Zehenwand . . 46 und 53 Hornröhrchen, auf 1 mm berechnet 3,9 und 4,8,
Seitenwand . . 44 „ 57 „ „ 1 „ „ 4,1 „ 6,0,
Trachtenwand . 26 „ 31 „ „ 1 „ „ 3,7 „ 4,3,
im Mittel . . . 50:51:29 „ „ 1 „ „ 4,4:5,1:4,0.

Die Resultate waren den oben angeführten ähnlich, doch muß hierzu bemerkt werden, daß sich die Untersuchungen der Hinterhufe auf eine geringere Anzahl erstreckte, als diejenigen der Vorderhufe; die Möglichkeit, daß bei einer größeren Zahl von Hinterhufen, als die meinen Untersuchungen zur Verfügung standen, etwa andere, den Vorderhufen ähnliche Ergebnisse sich herausstellen, ist nicht von der Hand zu weisen. An der Trachtenwand wurden immer weniger Hornröhrchen gezählt, als an der Zehen- und Seitenwand.

B. Schlechte Hornqualität.

Im *allgemeinen* schwankte die Zahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser an der

Zehenwand zwischen 34 und 57, auf 1 mm berechnet zwischen 3,5 und 5,9,
Seitenwand „ 37 „ 56 „ 1 „ „ „ 3,5 „ 5,6,
Trachtenwand „ 23 „ 39 „ 1 „ „ „ 3,0 „ 5,6.

Im Mittel verhielt sich die Menge der Hornröhrchen an den einzelnen Wandpartien wie 46:47:31, auf 1 mm berechnet wie 4,7:4,1:4,3.

Im Speziellen

1. an *Vorderhufen* mit mangelhafter Hornqualität zählte ich auf dem Querdurchmesser an der

Zehenwand 34 bis 43, auf 1 mm berechnet 3,5 bis 4,3 Hornröhrchen,
Seitenwand 37 „ 41 „ 1 „ „ 3,7 „ 5,3 „
Trachtenwand 23 „ 30 „ 1 „ „ 3,0 „ 5,5 „

Es ergab sich im Durchschnitt 39:39:27, auf 1 mm berechnet 3,9:4,5:4,3 Hornröhrchen.

2. an den *Hinterhufen* mit mangelhafter Hornqualität fand ich an der

Zehenwand	37	bis	57,	auf	1	mm	berechnet	3,9 bis 5,9	Hornröhrchen,
Seitenwand	39	„	56	„	1	„	„	3,5 „ 5,6	„
Trachtenwand	17	„	39	„	1	„	„	3,7 „ 5,6	„
im Mittel	47:48:28			„	1	„	„	4,9:4,6:4,7	„

Durch die Untersuchung von Hufen mit mangelhafter Hornqualität konnte ein auffallender Unterschied in der Anzahl der Hornröhrchen auf dem Querdurchmesser der Zehen- und Seitenwand nicht festgestellt werden, während die Trachtenwand merkbar weniger Hornröhrchen erkennen ließen.

Wie ermittelt, war die Anzahl der Hornröhrchen nach den Trachtenwänden zu geringer als an Zehen- und Seitenwand; dagegen blieb das Verhältnis zwischen Hornröhrchen- und Bindehornmenge des zuerst genannten Wandabschnittes annähernd dasselbe wie dasjenige der anderen Teile. Eine ungleichmäßige Verteilung beider Hornwandbestandteile kann bei der Stärkenabnahme der Schutzschicht nach den Trachten zu also nicht stattgefunden haben; es muß demnach eine Verminderung von Hornröhrchen und Bindehornmenge vorliegen. Hierüber haben weitere Untersuchungen an Querschnitten durch die *ganze Hufkapselhälfte* Aufschluß gegeben.

Wie schon im Kapitel „Untersuchungsmaterial und -technik“ erwähnt, fiel die Verschiedenheit in der Färbung und Größe der Hornröhrchen der Schutzschicht auf, sodaß sich letztere in drei Zonen einteilen ließ.

Verfolgt man nun von der Zehenwand aus nach der Seiten- und Trachtenwand hin diese einzelnen Teile, so bemerkt man zunächst ziemlich übereinstimmende Verhältnisse an beiden zuerst genannten Wandregionen, erhält dahingegen ein vollständig abgeändertes Bild an den Trachtenwänden. Die Stärkenabnahme der drei Schutzschichtzonen von der Zehenwand bis in die Seitenwand hinein ist eine nur geringe. Erst im Gebiete der Trachtenwände läßt sich eine auffallende Dickenverminderung der mittleren Zone feststellen. Während nämlich die Hornröhrchen der äußeren und inneren Zone jetzt beginnen, sich zu Reihen in der Richtung nach der mittleren Zone und nach den Fersen hin anzuordnen, verschmälert sich die mittlere Zone und zwar ballenwärts zunehmend. Wie ein Keil schiebt sie sich noch zwischen ihre Nachbarabteilungen ein, um schließlich letzteren völlig zu weichen, also ganz zu verschwinden.

Hierbei erleiden aber auch die äußere und innere Zone Veränderungen. Am Beginn der Trachten sind beide noch ziem-

lich gleichstark. Im weiteren Verlauf aber breitet sich die innere Zone mehr und mehr aus und drängt die äußere Schutzschichtabteilung so zusammen, daß am Ballen nur noch ein dünner Streifen von ihr übrig bleibt. Die Stärkenabnahme der Wand nach den Trachten zu wird demnach wieder durch eine Abnahme der Hornröhrchen im Verhältnis zum Zwischenhorn noch durch eine solche des Zwischenhornes im Verhältnis zu den Hornröhrchen verursacht; das Verhältnis beider Hornarten eines Hufes bleibt vielmehr i. d. R. in allen Wandregionen dasselbe. Die auffallende Schwäche der Trachtenwände gegenüber den vorderen Wandpartien geschieht vielmehr durch ein abgeändertes Verhalten der drei mehrfach erwähnten Schutzschichtzonen. Es verringert sich die Stärke der mittleren Zone; sie verschwindet allmählich ganz; und zum großen Teile folgt diesem Beispiele die äußere Zone. Auf diese Weise baut sich der hintere Teil der Trachtenwände, der schwächste Teil der an der Hufperipherie gelegenen Hornwand, nicht wie die starke Zehenwand und die Seitenwände aus drei Zonen auf, sondern in der Hauptsache ist es nur die innere; ja, an der Eckwand gewahrt man überhaupt nur noch die innere Zone. Sie tritt nur hier in größere Mächtigkeit als an den übrigen Hufpartien entgegen, ist also auch breiter als an anderen Stellen. Wer sich mit dem Mikroskope Klarheit über diese Verhältnisse geschaffen hat, vermag übrigens an dünnen, möglichst gefärbten Schnitten schon mit bloßen Augen den Bau der Hornwand zu ermitteln, sobald er die Schnitte gegen das Licht hält.

Die im Vorstehenden ausgeführten Untersuchungen waren insofern solche vorbereitender Art, als sie mich in den Stand setzen sollten, dem Hauptziele meiner Arbeit nachstreben zu können, welches die Beziehungen der Qualität des Wandhornes und der histologischen Einrichtung desselben betrifft. Es läßt sich dies durch folgende Frage ausdrücken:

3. Sind Unterschiede bez. der unter 1 und 2 gehörigen Fragen zwischen den Hufen mit guter und denjenigen mit schlechter Hornqualität vorhanden?

Im ersten Kapitel erstreckten sich die Untersuchungen auf Stärke, Form und Anordnung der Hornröhrchen. Es fiel mir dabei u. a. die Größenschwankung des Durchmessers von Mark-

und Rindenteil der Hornröhrchen einerseits und die verschiedenartige Verteilung des Zwischenhornes andererseits auf. Ich verfolgte daher diese Verhältnisse bei Hufen von guter und schlechter Hornqualität und stellte die Ergebnisse dieser Kontrolle nicht nur einander, sondern auch weiterhin Hufen, die von erwiesenermaßen edlen Pferden stammten und über eine besonders ausgezeichnete Hornqualität verfügten, gegenüber.

Bei den folgenden Untersuchungen ist es notwendig, um richtige Schlüsse auf die Hornbeschaffenheit des betr. Wandabschnittes ziehen zu können, daß man sich erst einen allgemeinen Ueberblick über den zu untersuchenden Querschnitt der Schutzschicht verschafft; erst dann ist es angezeigt, die einzelnen Zonen näher zu betrachten.

Bei Durchmusterung nun der Präparate von **Hufen** mit **tadelloser Hornbeschaffenheit** zeigten die Querschnitte der Hornwände im mikroskopischen Bilde ein festes Gefüge, d. h. die Abgrenzungen zwischen Röhrchen- und Bindehorn waren sehr deutlich und Mark- und Rindenteil scharf abgesetzt. Als besonders charakteristisch fielen mir bei den Hornröhrchenbestandteilen die Größenverhältnisse auf. Ich fand bei Hufen mit guter Hornqualität enge Markteile, dabei war der Rindenteil kräftig entwickelt. Dies gilt im besonderen von den Hornröhrchen der äußeren Zone.

Die Querschnitte der Schutzschicht von **Hufen** mit **mangelhafter Hornbeschaffenheit** zeigten bei Betrachtung durch das Mikroskop ein mehr oder weniger verschwommenes Bild. Die Begrenzung zwischen Röhrchen und Bindehorn war nicht so scharf ausgeprägt als wie bei den Hufen der anderen Gattung. Der Rindenteil der Hornröhrchen ging im Großen und Ganzen ohne merkliche Grenze in das Zwischenhorn über. Auffällig war der verhältnismäßig große Dicken-Durchmesser des Markteiles im Gegensatz zum Rindenteil.

Zieht man nun zu diesen Ergebnissen noch diejenigen von Kapitel 1 mit in Betracht, vergleicht die Resultate der Untersuchungen über Hufe mit guter Hornbeschaffenheit mit denjenigen mit mangelhafter Hornqualität, so ergibt sich zunächst, daß ein im Durchmesser dünner Markteil, dazu ein kräftig entwickelter Rindenteil der guten Hornqualität eigen sind. Bei den Hufen mit mangelhafter Hornbeschaffenheit ist das Umgekehrte der Fall. Sie besitzen also einen weiten Markteil und einen dünnen Rinden-

teil. Weiterhin sind Unterschiede in der Art der Abgrenzung bei beiden Hufsorten zu beobachten. Während nämlich bei Hufen mit guter Hornqualität diese Abgrenzung eine deutlichere bzw. schärfere ist, findet man bei Hufen der anderen Art, daß der Rindenteil der Hornröhrchen mehr oder weniger ohne scharfe Grenze in das Zwischenhorn übergeht.

Im zweiten Kapitel erstreckten sich u. a. auch die Untersuchungen mit auf das Mengenverhältnis zwischen Röhrchen- und Bindehorn. Auch hierbei waren bekanntlich die Hufe wieder in beide Qualitätsgattungen geschieden worden.

Vergleicht man nun die Resultate dieser Untersuchungen von Hufen mit guter Hornqualität mit jenen mit mangelhafter Hornbeschaffenheit, so zeigen zwar die gefundenen Zahlen bzw. die Menge der Hornröhrchen der korrespondierenden Wandregionen bei beiden Hufarten *auffallende* Unterschiede im großen und ganzen nicht, dahingegen ergibt sich aus den Berechnungen der Röhrchenmenge auf 1 mm, wobei die Anzahl der Hornröhrchen mit der Stärke der betreffenden Wandregion in Beziehung gebracht worden ist, daß bei den Hufen mit guter Hornfaserung die Hornröhrchen dichter zusammenstehen als bei den Hufen mit mangelhafter Hornqualität.

Besonders zeigten dies die Untersuchungen von Vorderhufen beider Qualitätsgattungen. Die Differenzen sind scheinbar geringe, es muß aber beachtet werden, daß die Röhrchenmenge nur auf 1 mm Wandstärke berechnet worden ist und daß sich bei einer solchen von z. B. 1 cm die Differenz um das Zehnfache vergrößert, also deutlicher sich ausprägt. Es ergibt sich also, daß bei Hufen mit guter Hornqualität die Hornröhrchen dichter zusammenstehen als bei den Hufen mit mangelhafter Hornbeschaffenheit.

Dieses Ergebnis stimmt mit den Angaben Flemmings [8]) und Möllers [19]) überein; sie fanden bei warmblütigen Pferden eine größere Anzahl von Hornröhrchen als bei den kaltblütigen. Dagegen konnte ich nicht eine geringere Größe von Hornröhrchen der guten Hornqualität gegenüber denjenigen mangelhafter Hornbeschaffenheit konstatieren.

Wenn bisher Hufe guter Hornqualität von solchen mangelhafter Horneigenschaft getrennt worden sind, so bliebe hiernach die Frage noch offen, ob die mürbe und spröde Hornbeschaffenheit ebenfalls vom Bau des Hufhornes beeinflußt wird. Sicherlich

kann die Frage insofern mit ja beantwortet werden, als Hufe mit schlechter Hornqualität eine größere Anlage zur Mürbheit und Sprödigkeit des Hornes besitzen als solche mit gutem Horne. Ganz wesentlich steht aber das Spröde- und Mürbwerden des Hufhornes unter dem Einflusse des Feuchtigkeitsgehaltes. Hufe, welche mit wasserreichem Boden dauernd in Berührung sind, werden um so leichter mürbes Horn bekommen, je schlechter dessen Qualität im allgemeinen ist; dasselbe gilt vom Sprödewerden des Hornes, sobald die Hufe anhaltend der Austrocknung ausgesetzt sind. Mit anderen Worten, Hufe, deren Röhrchenhorn der Wand weite Markteile und schwache Röhrchenwandung besitzt, erweisen sich für die Durchfeuchtung des Hornes und anschließendes Mürbewerden empfänglicher, sobald sich Gelegenheit zur Wasseraufnahme bietet. Dieselben Hufe zeigen sich aber auch der Austrocknung gegenüber geneigter, sobald sie hierzu Gelegenheit finden. Ich glaube also nicht, daß den mürben Hufen einerseits und den spröden Hufen andrerseits besondere histologische Einrichtungen, die *in beiden Fällen voneinander verschieden sind,* zu Grunde liegen.

Schlußfolgerungen.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen kann ich folgendermaßen zusammenfassen:

An allen Hufen lassen sich an der Schutzschicht der Hornwand, also an der Hauptmasse des Wandhornes, von außen nach innen, drei mehr oder weniger deutlich von einander abgegrenzte *Zonen* oder *Schichten* unterscheiden, eine **äußere, mittlere** und **innere Zone.** Während an der Zehenwand und an den Seitenwänden diese Zonen annähernd gleich stark sind und demgemäß ungefähr je ein Drittel der Hornwandstärke einnehmen, ändert sich dieses Verhältnis nach den Trachten resp. Ballen zu. Die Stärke der Schutzschicht nimmt nach dem hinteren Hufabschnitte zu, gleich wie die ganze Hornwand, ab und zwar geschieht dieses Schwächerwerden zunächst auf Kosten der mittleren, später aber auch auf Kosten der äußeren Zone. Die Stärkenabnahme der Wand nach den Trachten zu wird demnach weder durch die Abnahme der Hornröhrchen im Verhältnis zum Zwischenhorn, noch durch eine solche des Zwischenhornes im Verhältnis zu den Hornröhrchen verursacht; das Verhältnis beider Hornarten eines Hufes bleibt vielmehr in der Regel in allen Wandregionen dasselbe.

Die *Stärke der Hornwand* ist nicht abhängig von der Menge der Hornröhrchen oder der des Zwischenhornes allein, d. h. es läßt sich nicht behaupten, daß die Hornwand (Schutzschicht) dicker ist, weil sie auffallend viel Hornröhrchen im Verhältnis zum Zwischenhorn oder umgekehrt besitzt. Das Verhältnis beider Hornarten zueinander bleibt vielmehr bei Hufen der gleichen Qualität bei starker und schwacher Wand dasselbe. Die stärkere Wand enthält mehr Röhrchen- und Zwischenhorn als die schwächere; auch sind in der Regel die Hornröhrchen im ersteren Falle stärker als bei schwacher Wand.

Aehnlich verhält es sich mit großen und mit kleinen Hufen.

Bezüglich der **Beschaffenheit des Hornes der drei Zonen** sind in der *äußeren Zone* die Röhrchen rundlich und kantig; diejenigen der letzteren Art weisen meist 3 bis 6 abgerundete Kanten auf. Sie alle sind einfach, d. h. ein Rindenteil umschließt einen Markteil. Die Stärke der Hornröhrchen schwankt zwischen 0,035 und 0,350 mm. Die Durchschnittsgröße derselben beträgt 0,210 mm, die des Markteiles allein 0,035 mm und die des Rindenteiles fast das Doppelte.

Ausnahmsweise wurde einmal ein abnorm starkes Hornröhrchen von 0,735 mm Durchmesser in der äußeren Zone beobachtet.

Das Bindehorn ist im großen und ganzen geringer an Maße als das Röhrchenhorn vertreten. Die Röhrchen liegen dicht bei einander und sind jedenfalls durch gegenseitigen Druck kantig geworden.

In der *mittleren Zone* sind die Hornröhrchen an allen Wandregionen rund, mitunter leicht elliptisch im Querschnitt. Neben einfachen finden sich auch zusammengesetzte, d. h. zwei Markteile werden von einem gemeinsamen Mantel umschlossen. Die Röhrchen ordnen sich in der hinteren Wandhälfte vielfach zu Reihen an, mit der Richtung nach den Hornblättchen und Eckwänden zu. Die Durchschnittsstärke der Röhrchen beträgt 0,155 mm; der Rindenteil der Röhrchen ist in der Regel noch einmal so stark wie der Markteil. Das Zwischenhorn ist reichlicher vertreten als das Röhrchenhorn.

Die *innere Zone* grenzt sich ziemlich scharf von der mittleren ab. Die Röhrchen zeigen auf dem Querschnitte meist Spindelform. Es wurden oft Röhrchen beobachtet, die 4, 5, selbst 6 Markräume besaßen und von einem gemeinsamen Mantel umschlossen waren. Die stärksten liegen in der Zehenwand nahe der mittleren Zone. Im Durchschnitt finden sich hier solche bis zu 0,6 mm. An den Seiten- und Trachtenwänden sind sie im Mittel ungefähr 0,245 mm stark. Der Rindenteil ist in der Regel noch einmal so stark, auch zweimal stärker als der Markteil. Sie bilden Reihen mit der Richtung nach der mittleren Zone und nach hinten zu. Das Zwischenhorn ist an Menge etwas geringer als in der mittleren Zone vorhanden.

Die Stärke der Hornröhrchen der ganzen Wand schwankte hiernach, wenn das eine abnorm starke Röhrchen der äußeren Zone unberücksichtigt bleibt, zwischen 0,035 und 0,600 mm.

Die **Stärke der Hornröhrchen** aller drei Zonen kann verursacht sein durch einen kräftigen Markteil oder einen gut entwickelten Mantel.

Bei der *Tinction* der *Hornwand-Querschnitte mit Picrocarmin* ist die Farbe des Röhrchenhornes in der äußeren Zone eine hellgelbe, in der mittleren zeigt das Horn einen Stich in das Orangefarbene und in der inneren Zone erscheint es vollkommen orange gefärbt. Das Zwischenhorn, das von außen, von der Glasurschicht her, erst dunkelgrüne, dann grüne Färbung aufweist, ist in der inneren Schicht von hellgelber Färbung.

Die **Qualität des Hufhornes** wird hauptsächlich bedingt durch den Bau der Hornröhrchen, ferner durch die Verbindung derselben mit dem Zwischenhorne und durch das Verhältnis der Röhrchen zu den letzteren. — Ein im Durchmesser schwacher Markteil in Gemeinschaft mit einem kräftig entwickelten Rindenteil der Röhrchen sind der guten Hornqualität eigen. Bei den Hufen von mangelhafter Hornqualität ist das Umgekehrte der Fall, also starker Mark- und dünner Rindenteil. — Außerdem ist bei Hufen mit tadelloser Hornqualität die Abgrenzung des Röhrchen- und Zwischenhornes voneinander immer eine deutliche, während bei denjenigen mit mangelhafter Hornbeschaffenheit der Rindenteil der Hornröhrchen mehr oder weniger ohne scharfe Grenze in das Zwischenhorn übergeht. — Bei Hufen mit guter Hornqualität stehen schließlich die Hornröhrchen dichter zusammen als bei den Hufen mit mangelhafter Hornbeschaffenheit.

Eine andere als die von den Hufen mit mangelhafter Hornqualität angegebene Beschaffenheit hat sich bei den untersuchten Hufen, soweit sie solche von mürbem oder von sprödem Horne waren, nicht auffinden lassen.

Der Huf mit mangelhafter Hornqualität, also mit dickem Mark- und schwachem Rindenteil an den Hornröhrchen usw., wird jedenfalls zur Mürbheit und Sprödigkeit Neigung entwickeln, je mehr ihm andauernd entweder übermäßige Feuchtigkeit oder Austrocknung zu teil wird.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich nicht unterlassen, Herrn Professor Dr. Lungwitz meinen herzlichsten Dank für die mir bei meinen Untersuchungen in jeder Weise zu teil gewordene Unterstützung hiermit abzustatten.

Literatur-Verzeichnis.

1. Adam P., Kurze Belehrung über Hufpflege und Hufbeschlag, München 1880.
2. Albert, Untersuchungen über den Flach- und Vollhuf des Pferdes, Inaug.-Dissertation, Leipzig 1909.
3. Behrens, H., Englischer Hufbeschlag, Berlin 1880.
4. Bouley, M. H., Traité de l'organisation du pied du cheval, Paris 1851.
5. Brauell, Professor in Dorpat, Magazin für die gesamte Tierheilkunde, Berlin 1853.
6. Chauveau, A., quelques notes sur la strouctures et la secretion de la corne, Lyon 1853.
7. Eberlein, E., Leitfaden des Hufbeschlages, 1903.
8. Flemming, Gustav, Johann Georg, Hufbeschlag-Katechismus, Laage 1853.
9. Fröhner, R., Die Wandstärke des Pferdehufes, Der Hufschmied, 1908 Heft I.
10. Groß, J. C., Theorie und Praxis der Hufbeschlagskunst, Stuttgart 1850.
11. Großbauer, Jos., Der Hufbeschlag, Wien und Leipzig 1902.
12. Gurlt, E. G., Magazin für die gesamte Tierheilkunde, Berlin 1836.
13. Gutenäcker, Fr., Die Lehre vom Hufbeschlag, Stuttgart 1905.
14. do. Die Hufkrankheiten des Pferdes, Stuttgart 1901.
15. Kersting, Johann Adam, Unterricht Pferde zu beschlagen und die an dem Fuße der Pferde vorgetallenen Gebrechen zu heilen, Göttingen 1777.
16. Kösters, Lehrbuch des Hufbeschlages, 1908.
17. Kundsin, Die Entwicklung der Hufe und Klauen, Oesterreichische Monatsschrift, Jahrgang 1883.
18. Lungwitz, Der Fuß des Pferdes, 1910 11. Auflage.
19. Möller, H., Die Hufkrankheiten des Pferdes, Berlin 1890.
20. Nörner, C., Ueber den feineren Bau des Pferdehufes, Archiv für mikroskopische Anatomie, Band 28, 1886.
21. Peuch, F. et Lesbre, Précis du pied du cheval et de sa ferrure, Paris.
22. Pillwax, J., Lehrbuch des Huf- und Klauenbeschlages, Wien 1884.
23. Schmidt, C. A., Der rationelle Hufbeschlag, Breslau 1885.
24. Schmidt, Franz, Unterricht über den Huf- und Klauenbeschlag, Prag 1888.
25. Schwab, Conrad Ludwig, Katechismus der Hufbeschlagskunst. München 1828.
26. Uhlig, Hufbeschlag, Leipzig 1905.
27. Vix, Carl Wilhelm, Praktische Beschlagslehre, Gießen 1834.
28. Zürn, F. A., Die Lehre vom Hufbeschlag und von den wichtigsten äußeren Krankheiten des Pferdes, wie deren Heilung. Weimar 1892.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. Querschnitt durch eine Seitenhälfte der Hornwand, ungefähr in mittlerer Höhe angelegt, das Verhalten der drei Hornröhrchenzonen, I., II., III. der Schutzschicht darstellend. Schematisch. a) Zehenwand, b) Seitenwand, c) Trachtenwand, d) Eckstrebe.

Fig. II. Querschnitt durch die Schutzschicht der Zehenwand; a) äußere Zone, b) mittlere Zone, c) innere Zone, d) Hornblättchen.

Fig. III. Dasselbe durch die Seitenwand: Die Hornröhrchen ordnen sich in Reihen.

Fig. IV. Dasselbe durch die Trachtenwand: Verbreiterung der inneren Zone auf Kosten der äußeren und mittleren, besonders der letzteren. Bei X Bogenbildung der Hornmassen an den Enden der Fleischblättchen.

Fig. V. Querschnitt durch die Zehenwand, gute Hornqualität. Viele Hornröhrchen mit dickem Mantel und schwachem Markteil.

Fig. VI. Dasselbe, schlechte Hornqualität, verhältnismäßig schwacher Mantel. Schlechte Abgrenzung des Röhrchen- und Bindehornes.

Fig. VII. Gute Hornqualität bei stärkerer Vergrößerung.

Fig. VIII. Schlechte Hornqualität bei stärkerer Vergrößerung, weniger dichte Zusammenlagerung der Hornröhrchen, starker Markteil derselben.

Fig. IX. Zusammengesetzte und im Querschnitt spindelförmige Hornröhrchen der inneren Zone.

Tafel I

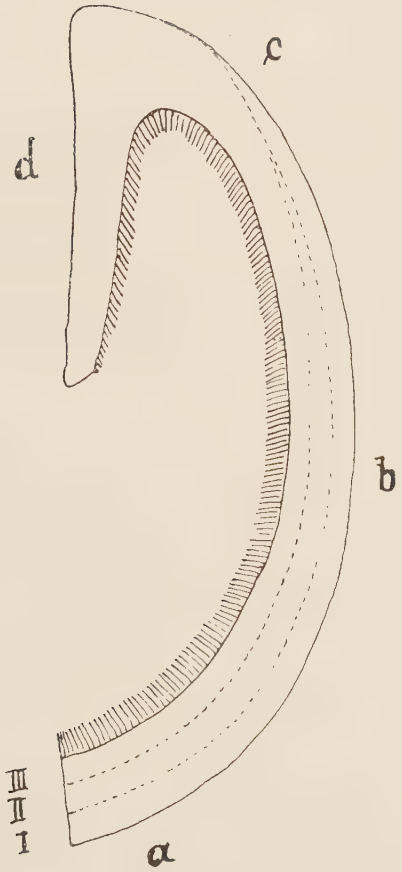
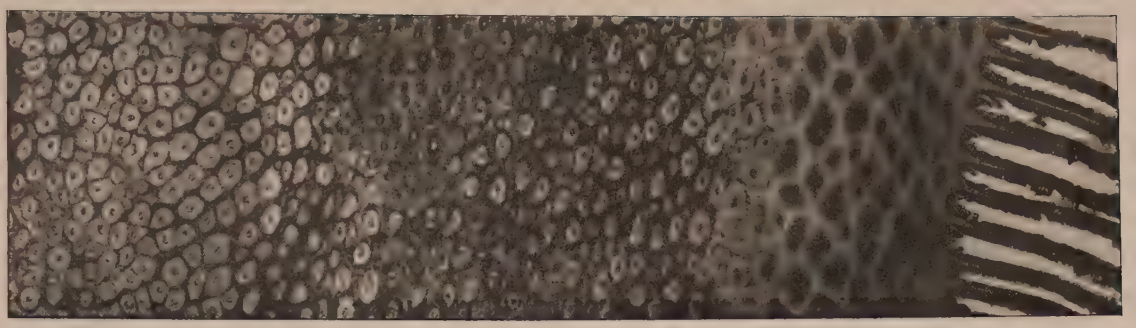


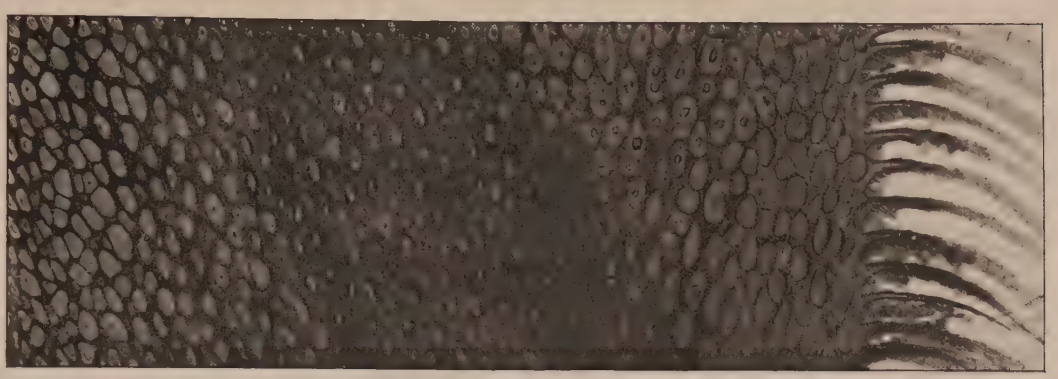
Fig. 1

Tafel II



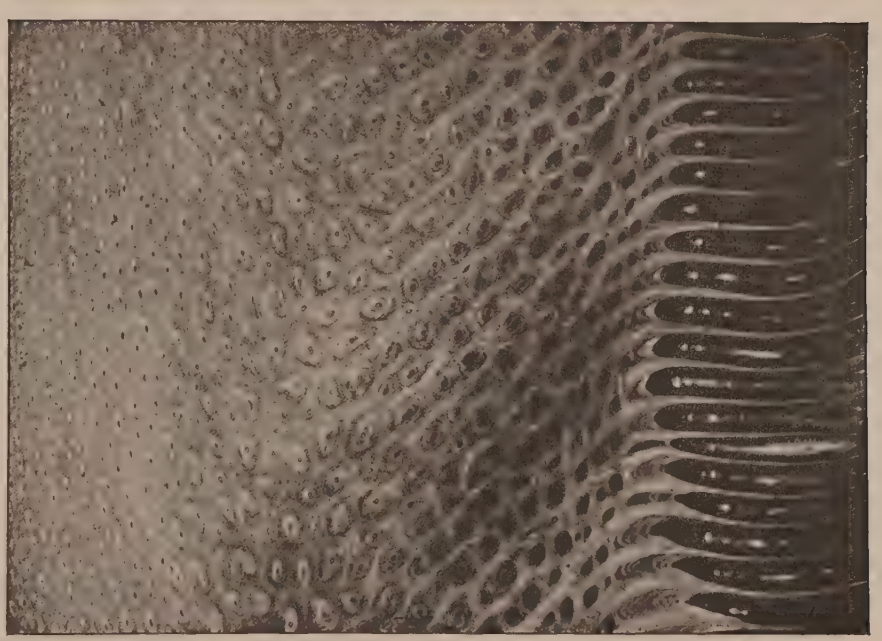
a *b* *c* *d*

Fig. 2



a *b* *c* *d*

Fig. 3



a *b* *c* *x* *d*

Fig. 4

Tafel III

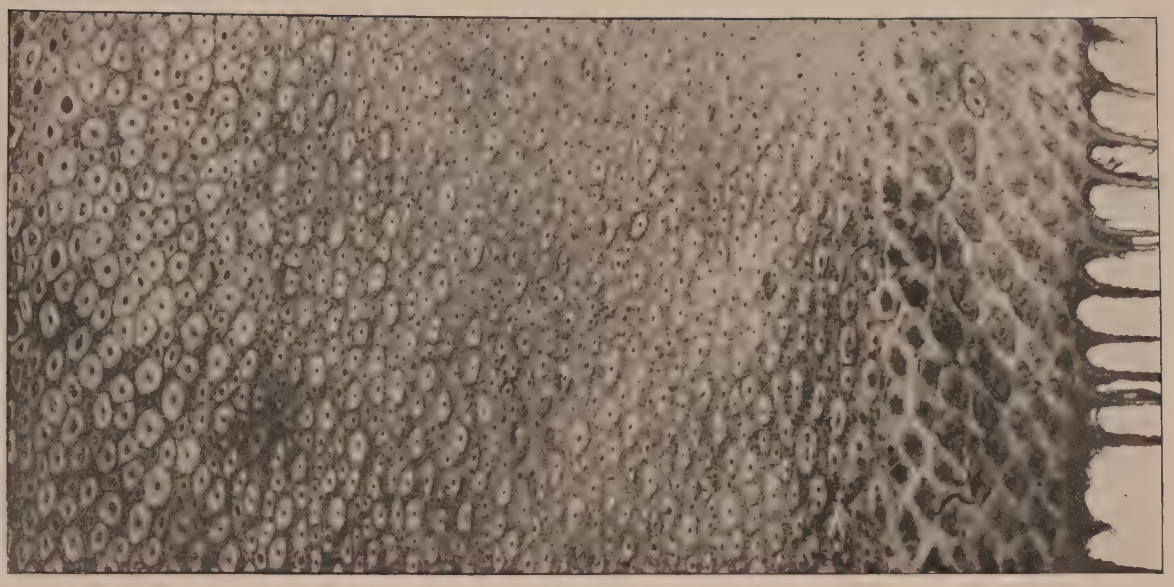


Fig. 5

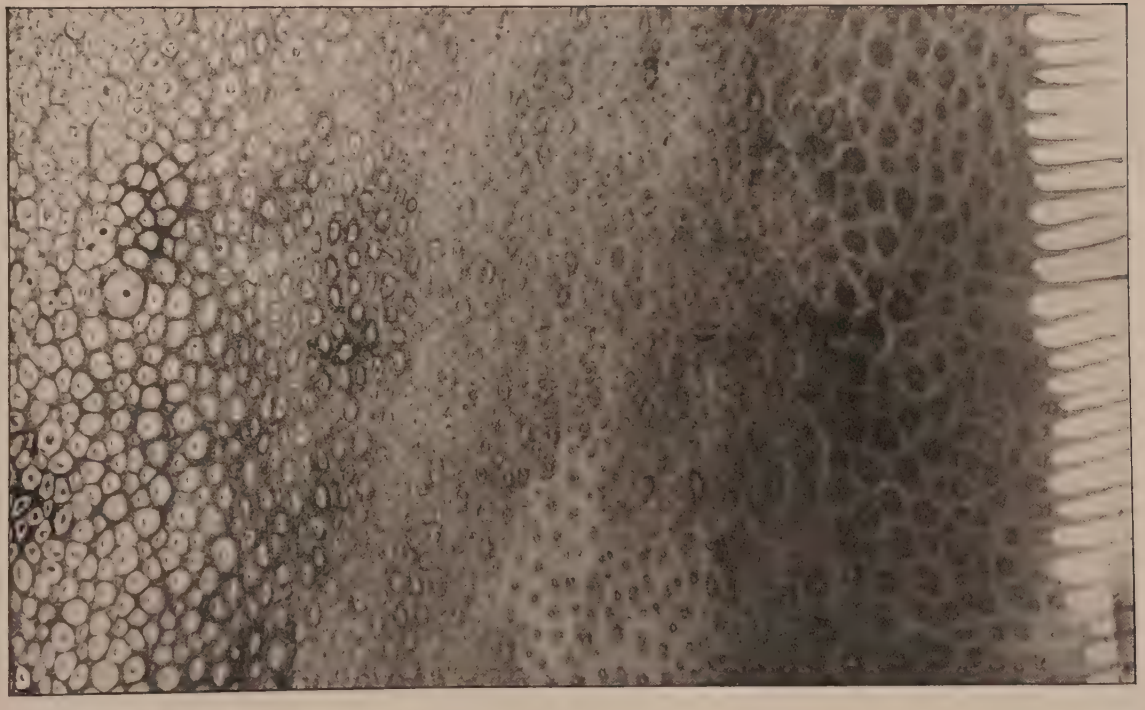


Fig. 6

Tafel IV

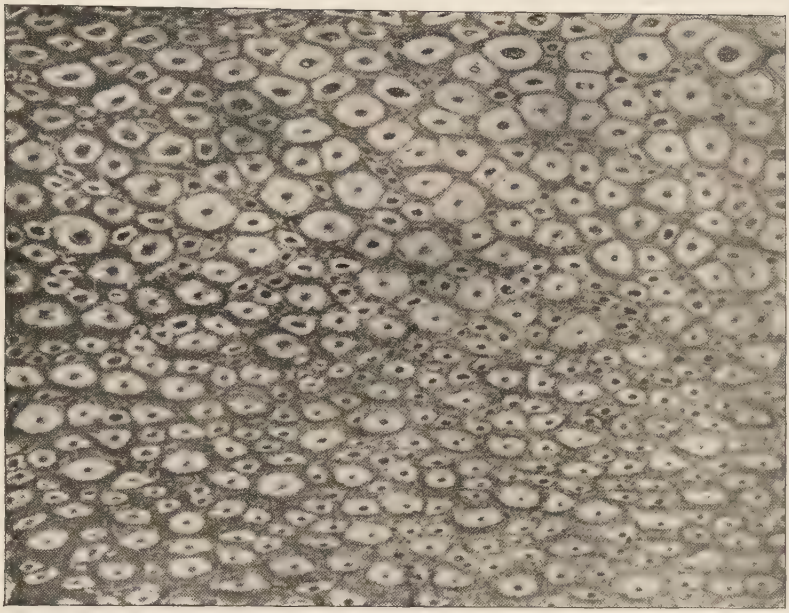


Fig. 7

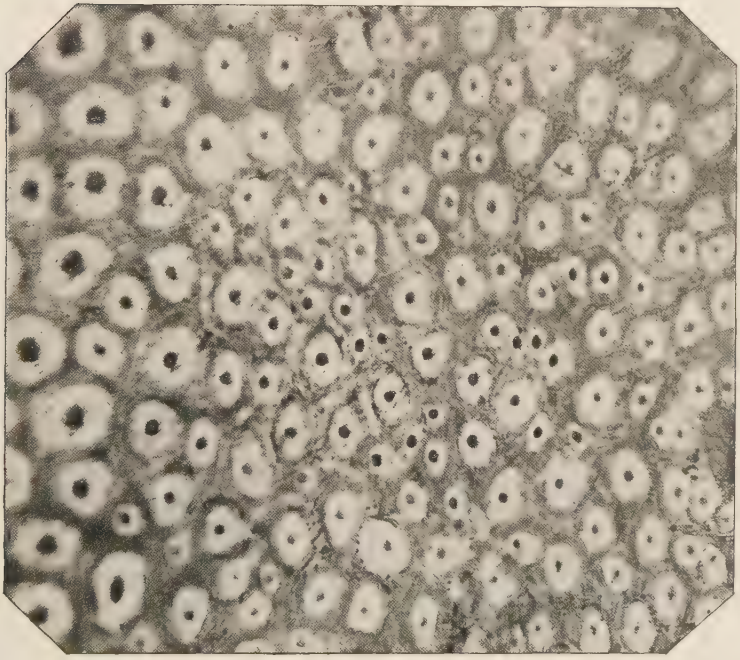


Fig. 8

Tafel V

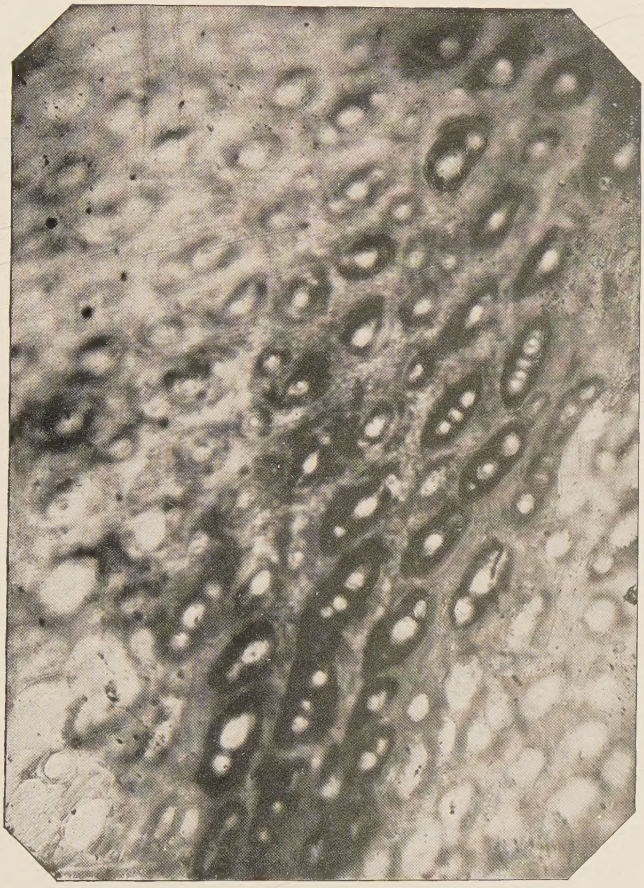


Fig. 9